This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

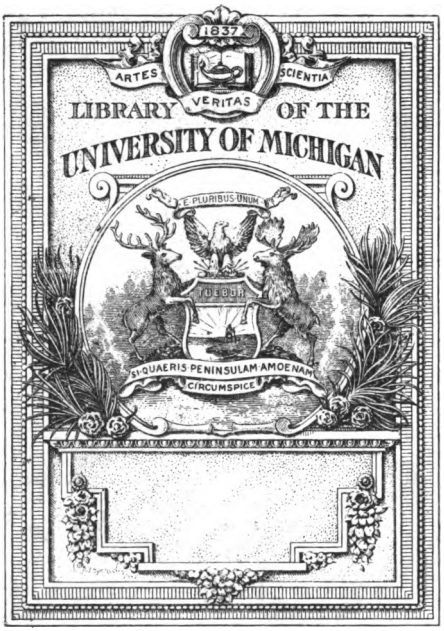
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

a39015 01800584 6b

Digitized by Google


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Weeks
SD
533
.W47

Mn. L.

Digitized by Google

Ueber Probestämme.

123765

Ein Beitrag zur Theorie der Holzmassenaufnahme.

Von

Dr. Tuisko Lorey,

a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Ludwigs-Universität zu Gießen.

Frankfurt a. M.

J. D. Sauerländers Verlag.

1877.

Digitized by Google

Buchdruckerei von G. Otto in Darmstadt.

Digitized by Google

Vorwort.

Der Unterzeichnete hält an hiesiger Universität u. a. die Vorlesung über Holzmeßkunde, und es ist natürlich, daß er, hierdurch veranlaßt, den offenen Fragen nahe getreten ist, welche dieser Fachzweig noch in ziemlicher Anzahl bietet.

Er gibt in den folgenden Blättern Erörterungen über einen Gegenstand, der seines Erachtens einer eingehenden Behandlung besonders bedarf, zumal derselbe nicht ausschließlich für die Theorie von Wichtigkeit ist, sondern auch im Hinblick auf die Praxis der Holzmassenaufnahme zu mancherlei Erwägungen Anlaß bietet.

1-6-37- 3482.

Die vorliegende Arbeit ist am Schreibtische entstanden; sie macht keinen Anspruch darauf, nach allen Richtungen hin erschöpfend zu sein, sondern soll zunächst nur darauf hinweisen, daß gewissen Lehren der Holzgehaltsermittelung eine exactere Gestalt gegeben werden muß, und den Weg zeigen, auf welchem eine solche zu gewinnen sein wird.

Insbesondere würde eine Anzahl von Sätzen, die in dieser Schrift ausgesprochen sind, sicherer stehen, wenn ihnen Untersuchungen im Walde parallel gingen, deren Resultat sich mit ihnen in Uebereinstimmung befände. Aber solche Untersuchungen können nur beweiskräftig werden, wenn sie in großem Maßstabe durchgeführt sind. Was in dieser Richtung zu geschehen hat, ist mehrfach angedeutet. An dieser Stelle sei dringend aufgefordert, daß jedes Aufnahmsergebniß, welches geeignet scheint, einen oder den anderen Satz zu stützen oder zu widerlegen, veröffentlicht werden möge, natürlich unter Beifügung aller Einzeldaten, die für die Beurtheilung nöthig sind.

Digitized by Google

Verfasser konnte theils aus Mangel an Zeit, theils weil ihm zu größeren Untersuchungen hierorts keinerlei Credit zur Verfügung steht, solche vorerst nicht selbst ausführen und muß sich bescheiden, seinen Fachgenossen eine Reihe theoretischer Betrachtungen vorzulegen mit der Bitte, die Ergebnisse, zu denen er gelangt ist, zu prüfen und ev. zu berichtigen.

Gießen, im September 1876.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Erster Abschnitt. Einleitung.

I. Begriff, allgemeine Bedeutung und Eigenschaften der Probestämme.

1. Begriff 1
2. Allgemeine Bedeutung 2
3. Eigenschaften 3

II. Specielle Bedeutung der Probestämme für die verschiedenen Methoden der Holzmassenaufnahme 3

Zweiter Abschnitt. Die Anzahl der Probestämme und deren Einfluß auf die Genauigkeit der Holzmassenaufnahme

1. Kapitel: Die Auswahl der Probestämme.

I. Allgemeines 7
II. Momente, von denen die Zahl der Probestämme abhängt . 10
III. Angaben verschiedener Schriftsteller 13
IV. Zusammenhang zwischen den Probestämmen und der berechneten Holzmasse.

Vorbemerkung 18
A. Die Bedeutung der einzelnen Probestämme . . . 19
B. Die Wahrscheinlichkeit eines richtigen Resultates und deren Abhängigkeit von der Zahl der Probestämme.

1. Allgemeines 28
2. Die Bedingungen für ein absolut richtiges Resultat 32
3. Richtigkeit des Resultates innerhalb bestimmter Grenzen 48

2. Kapitel: Die Kubirung der Probestämme.

I. Vorbemerkung 51
II. Die Momente, von denen die Sicherheit der Kubirung abhängt, und deren Einfluß auf das Resultat 52

Digitized by Google

Seite

Dritter Abschnitt. Folgerungen für die Praxis der Holzmassenaufnahme.

I. Verschiedene Verfahren 54

1. Classenmodellstämme mit getrennter Behandlung der einzelnen Stärkeclassen 55

2. Verfahren von Draudt 58

3. Verfahren von Robert Hartig 64

4. Der arithmetisch mittlere Modellstamm 64

5. Sonstige Verfahren 66

II. Massentafeln und Ertragstafeln insbesondere.

1. Massentafeln 67

2. Ertragstafeln 77

III. Beziehungen zwischen der Zahl der Probestämme und dem durch die Holzmassenaufnahme bedingten Aufwande, Verhältniß des letzteren zum Effect 79

Digitized by Google

Erster Abschnitt.

Einleitung.

I. Begriff, allgemeine Bedeutung und Eigenschaften der Probestämme.

1. Begriff.

Man versteht unter einem Probestamm (Muster- oder Modellstamm) einen solchen, der in irgend einer Beziehung das Mittel einer Anzahl von Stämmen darstellt.

Er kann in Folge davon als Probe, Muster oder Modell der übrigen Stämme dienen in dem Sinne, daß die Gesammtheit derselben gleich ist dem Producte: Probestamm mal Anzahl der Stämme, für welche derselbe gelten soll[1].

Es ist zunächst ganz gleichgiltig, wie groß die Zahl jener Stämme ist; der Begriff des Probestammes bleibt ungeändert, ob er für wenige Individuen, für eine ganze Stammklasse oder für einen ganzen Bestand gewählt ist.

Die geringste Anzahl, für welche ein Probestamm möglich ist, wäre drei; einer von diesen ist Probestamm, die beiden andern müssen sich in ihrem Mittel auf diesen Probestamm

[1] In den Schriften über Holzmassenaufnahme findet sich kaum irgendwo eine Definition von „Probestamm", sondern man setzt diesen Begriff als Jedermann geläufig voraus und beschränkt sich darauf, aus der Anwendung zu deduciren, was man unter einem Probestamm versteht. So gut man aber für nöthig findet, andernorts ebenso landläufige Begriffe wie z. B. „Umtriebszeit, Betriebsart" ꝛc. festzustellen, muß man auch den Probestamm definiren, so einfach sich auch diese Definition gestalten mag. Wenigstens darf ein Lehrbuch bei seinen Lesern nichts als bekannt voraussetzen, was als integrirender Bestandtheil in die von ihm behandelte Disciplin hineingehört.

Digitized by Google

ergänzen. Für nur zwei Stämme ist ein richtiger Probestamm nicht denkbar, sonst müßte der zweite Stamm diesem vollkommen gleich sein und wäre dann ebenfalls als Probestamm tauglich.

Auch ist es für den Begriff des Probestammes einerlei, ob sich jenes Mittel auf das Product der die Holzmasse bildenden Factoren (Kreisfläche, Höhe und Formzahl) oder auf einen einzelnen derselben bezieht. Man kann sehr wohl eine Untersuchung, die einen Probestamm erheischt, auf nur einen jener Factoren, z. B. die Formzahl, ausdehnen, ohne die übrigen zu beachten; man wird auch in diesem Falle mit einem Probestamm operiren, weil die einzelnen Eigenschaften nicht vom Stamme getrennt werden können.

2. Allgemeine Bedeutung.

Dieselbe ist in der Definition des Probestammes bereits angedeutet und erhellt, wenn man mit n die Stammzahl, mit s_1, s_2, ... s_n die einzelnen Stämme, mit s den Probestamm bezeichnet, aus der Bedingungsgleichung:

$$n \,.\, s = s_1 + s_2 + \ldots + s_n ,$$

d. h. der Probestamm soll, sei es in Bezug auf die Masse oder einen einzelnen Factor derselben, indem er mit der Stammzahl multiplicirt wird, zur Ableitung des Summenwerthes für alle Stämme dienen.

Nachdem der Probestamm ausgewählt worden ist, hat man an Stelle aller übrigen Stämme nur ihn zu untersuchen und jene Multiplication auszuführen; es ergibt sich also eine wesentliche Arbeitsminderung.

Selbstverständlich ist die Genauigkeit des Resultates von der richtigen Auswahl des Probestammes abhängig, weil nur dann obige Bedingungsgleichung erfüllt ist.

Ob letzteres der Fall ist, läßt sich nicht a priori entscheiden. Denn wir haben dafür kein anderes Kriterium als die specielle Ausmessung aller Stämme, die man gerade durch die Aufnahme mittelst eines Probestammes vermeiden will.

Es fehlt also jedem Verfahren der Holzmassenaufnahme, das sich der Probestammkubirung bedient, von vornherein die Garantie für absolute Sicherheit; es kann sich nur fragen, ob wir im Stande sind, die Genauigkeit der Aufnahme beliebig zu steigern und damit denjenigen Grad der Annäherung an den richtigen Werth zu erzielen, welchen der Zweck der Aufnahme erfordert; es fragt sich außerdem,

Digitized by Google

ob wir die benöthigte Sicherheit nicht mit unverhältnißmäßigem Aufwande erreichen, ev. ob ein richtiges Verhältniß zwischen Effect und Kosten besteht.

3. Eigenschaften.

Aus dem Begriff und der allgemeinen Bedeutung der Probestämme lassen sich deren erforderliche Eigenschaften sofort ableiten. Man muß unter allen Umständen darauf Bedacht nehmen, richtige Mittelwerthe aufzufinden für diejenigen Momente, auf welche sich die Untersuchung erstreckt.

Daß zu dem Ende alle extremen Formen vermieden werden müssen, ist selbstverständlich.

II. Specielle Bedeutung der Probestämme für die verschiedenen Methoden der Holzmassenaufnahme.

Alle Methoden der Holzmassenaufnahme operiren mit Probestämmen und unterscheiden sich zunächst nur darin, daß die einen die Probestämme im Bestande wirklich auswählen, während andere sich gleichsam nur eine Vorstellung von denselben bilden, ohne zur speciellen Auswahl, bez. Ausmessung zu schreiten.

Selbst die Oculartaxation, — von der wir übrigens in der Folge ganz absehen müssen, weil sie sich, jeder Messung entrathend, der Controle vollständig entzieht, — bedient sich häufig, wenn auch meist unbewußt, des Probestammes, indem sich der Taxator in Gedanken mittlere Werthe einer größeren Anzahl von Stämmen schafft und dieselben als Vergleichsgrößen zur Fixirung des Holzgehaltes weiter benutzt.

Sofern die Bestimmung der Holzmasse als Aufgabe der Holzmassenaufnahme bezeichnet werden muß, ist jeder Stamm für eine größere oder kleinere Stammgruppe als Probestamm tauglich, dessen Masse gleich der mittleren Masse aller betheiligten Stämme ist, so daß hier also lediglich das Product aus Kreisfläche, Höhe und Formzahl entscheidet, während die absolute Größe dieser einzelnen Factoren irrelevant ist.

Erhöhte Ansprüche an den Probestamm müssen immer dann erhoben werden, wenn nicht nur das Massenergebniß im Ganzen, sondern auch das Verhältniß der einzelnen Sortimente richtig gestellt werden soll. Die meisten Aufnahmsmethoden haben, in mehr oder minder scharfer Ausprägung, letzteres Ziel vor Augen. Wo dasselbe

Digitized by Google

nicht erreicht wird, ist es häufig nicht Schuld des Princips, sondern gewisser Mängel der Ausführung, die sich — allerdings oft nur mit Aufwand großer Mühe — heben lassen.

Es ist überflüssig, über die Wichtigkeit der Sortimentskenntniß, namentlich in Fällen, wo auf Grund einer Holzmassenaufnahme auch Werthsanschläge gemacht werden sollen, ein Wort zu verlieren.

So oft die Grundsätzlichkeit einer Methode die Erhebung des wahren Sortimentsverhältnisses ausschließt, indem sie dieselbe nur von unberechenbaren Zufälligkeiten abhängig macht, muß die ganze Methode, gewissen Forderungen gegenüber, als untauglich bezeichnet werden.

Dieser Vorwurf trifft z. B. die Bestandesaufnahme mittelst des arithmetisch mittleren Modellstammes, die zwar unter bestimmten Verhältnissen, — wenn nämlich die von Gustav Heyer[1] aufgefundene Bedingungsgleichung $p = P - c + \frac{G}{g}c$ zwischen den Richthöhen (p und P) und Kreisflächen (g und G) je zweier Stämme des betr. Bestandes erfüllt ist, — richtige Massen ergibt, jedoch in Bezug auf das Sortimentsverhältniß immerhin keine Garantie der Richtigkeit bietet.

Andererseits ist z. B. das Princip der Massentafeln in der Durchführung sehr wohl einer solchen Erweiterung fähig, daß neben der Masse der Stämme auch deren Zerlegung in Sortimente angegeben würde; und es ist nicht zweifelhaft, daß eine derart erweiterte Tafel an ihrer Brauchbarkeit nicht nur nichts verloren haben wird, sondern erst in dieser neuen Gestalt allen Anforderungen der Bestandesaufnahme genügen kann.

Je nachdem also nur Kenntniß der Masse oder auch solche der Sortimente verlangt wird, wären bei der Auswahl des Probestammes besondere Rücksichten zu nehmen. Für die Praxis dürfte zwar eine solche Verschiedenheit der leitenden Gesichtspunkte kaum in auffallender Weise zum Ausdruck gelangen, da die mittlere Masse nicht leicht angesprochen werden kann, ohne daß man sich an die Mittel der Einzelheiten (Stammform, Beastung ꝛc.) hält; letztere aber sind Bedingung für Feststellung eines richtigen Sortimentsverhältnisses.

Die Methoden, welche wirklich Probestämme auswählen, sind in der weiteren Behandlung darin von einander abweichend, daß sie

---

[1] conf. Dr. Gustav Heyer: Ueber die Ermittelung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Holzbestände. Dessau 1852.

Digitized by Google

dieselben entweder fällen und aufarbeiten oder sonst irgendwie liegend kubiren lassen, oder eine genaue Holzmassenermittelung am stehenden Stamme vornehmen.

Indem man in den vorstehenden Andeutungen die Momente für eine Eintheilung der Methoden der Holzmassenaufnahme finden will, kommt man zu folgender Uebersicht derselben:

I. Es werden Probestämme im Bestande ausgewählt,

A. Dieselben werden gefällt:

1. Classenmodellstämme
   a) Getrennte Behandlung der einzelnen Stärkestufen, wobei für jede solche ein oder mehrere Probestämme ausgewählt und für sich kubirt werden.
   b) Gemeinsame Behandlung aller Stärkestufen, die Probestämme werden nach einem bestimmten Princip für alle Stärkestufen ausgewählt:
      α. Draudt'sches Verfahren: Ein bestimmter gleichbleibender Procentsatz der Stammzahl ist maßgebend für die Anzahl der Probestämme jeder Stärkestufe; dieselben können dann gemeinsam aufgearbeitet werden.
      β. Robert Hartig's Verfahren: Es entfällt je ein Probestamm auf den nämlichen Betrag an Kreisfläche. Die Probestämme können nicht gemeinsam aufgearbeitet werden.
2. Arithmetisch mittlere Modellstämme für den ganzen Bestand.

B. Die Probestämme werden nicht gefällt: Ihre Aufnahme erfolgt

1. Durch Einschätzen ihrer Formzahl und Multiplication derselben mit Kreisfläche und Höhe;
2. Durch Bestimmen der Formzahl mit dem Breymann'schen Universalinstrument und sofortige Berechnung der Holzmasse des ganzen Bestandes mit Benutzung dieser Formzahl;
3. nach Preßler's Kubirungsformel mit Zuhilfenahme des Richtpunktes.

II. Es werden keine Probestämme im Bestande ausgewählt, sondern deren Dimensionen, bez. Holzgehalt direct aus Tafeln entnommen — Massentafeln.

Im Einzelnen ist noch zu bemerken:

Digitized by Google

In vorstehender Uebersicht ist unter I, A, 1 (Classenmodellstämme) die Vereinigung mehrerer Stärkestufen zu einer Stärkeclasse und Auswahl eines Probestammes für eine solche Combination nicht als besonderer Fall ausgeschieden, weil nur die beiden Extreme — Probestämme für jede einzelne Stärkestufe und der arithmetisch mittlere Modellstamm des ganzen Bestandes — principielle Bedeutung haben, während sich Alles, was zwischenliegt, als Uebergangsform je nach Umständen (Zahl der vereinigten Stärkestufen ꝛc.) bald dem einen, bald dem anderen Grenzfalle nähert.

An dem Draudt'schen Verfahren ist in erster Linie die Auswahl der Probestämme characteristisch. Die Möglichkeit gemeinsamer Aufarbeitung des Probeholzes, sowie eine Reihe weiterer Vortheile (Kenntniß der Sortimente, Uebereinstimmung der Schätzung mit dem späteren Einschlag, Arbeits- und Kostenersparniß ꝛc.) sind nur einfache Consequenzen des leitenden Gedankens.

Neben dem Draudt'schen Verfahren ist der sog. Urich'schen Modification, welche die meisten Schriften über Holzmassenaufnahme als besondere Methode aufzuführen belieben, nicht besonders gedacht, weil ihre Theorie in der That nichts enthält, was zu einer Ausscheidung berechtigt.

Ebenso wenig kann die von Baur in seiner Holzmeßkunst (2. Auflage 1875 S. 227) vorgeschlagene Art der Probestammauswahl als Characteristicum eines besonderen Verfahrens gelten; sie erhebt auch diesen Anspruch nicht, sondern will nur der Praxis an die Hand gehen.

Wo Probestämme nicht gefällt werden, bleibt zunächst in obiger Zusammenstellung die Frage noch offen, ob die Auswahl von solchen für jede einzelne Stärkestufe oder für den ganzen Bestand in Gestalt arithmetischer Mittelstämme erfolgen soll.

Wer die Formzahl einschätzt, nachdem Durchmesser und Höhe gemessen sind, thut dies ebenwohl an einem oder mehreren Modellstämmen. Ebenso wird bei dem Breymann'schen Verfahren die Ermittelung der Formzahl an solchen vorgenommen, und auch die Preßler'sche Richtpunktsmethode wählt sich zunächst geeignete Mittelstämme aus, um an ihnen ihre Messungen auszuführen.

Bei der Anwendung der Massentafeln werden zwar keine Probestämme ausgesucht; aber das ganze Princip derselben beruht doch wesentlich auf dem Begriffe der Probestämme, indem die Tafelansätze nichts als Mittelwerthe oder Probestammgehalte sind, die man

Digitized by Google

aus einer größeren Anzahl directer Kubirungen abgeleitet hat. Dadurch daß man zu der Stammstärke und Stammhöhe das Alter als drittes Kriterium hinzunimmt, ist alle wünschenswerthe Garantie gegeben, daß auch die Formzahl ganz oder annähernd die nämliche ist. Gleiche Stärke und gleiche Höhe zweier Stämme würden für sich allein nichts beweisen; sind aber beide Dimensionen auch in der nämlichen Zeit erreicht, so waren die Wachsthumsverhältnisse durchaus die nämlichen, und der betreffende Stamm der Tafel kann als Probestamm für alle analogen Stämme benutzt werden. Näheres später.

Ob die Höhe in einem Bestande Function der Stärke ist oder nicht; ob dementsprechend eine Ausscheidung von Höhenclassen umgangen werden kann oder nöthig befunden wird, hat auf die Auswahl der Probestämme keinerlei Einfluß.

Das nämliche gilt von der Frage, ob die Aufnahme eines Bestandes im Ganzen oder mittelst einer Probefläche oder eines Probestreifens erfolgen soll.

Jedenfalls bedarf es keines weiteren Nachweises, daß der einfache Begriff des Probestammes sich in allen Methoden der Holzmassenaufnahme wiederfindet, und daß deren Erfolg wesentlich davon abhängt, ob sich der Taxator in jedem Falle eine klare Vorstellung von dem richtigen Mittelstamme gebildet hat und hiernach seine Auswahl zu treffen weiß.

Zweiter Abschnitt.

Die Anzahl der Probestämme und deren Einfluß auf die Genauigkeit der Aufnahme.

Erstes Kapitel.

Auswahl der Probestämme.

I. Allgemeines.

Wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, unter einer großen Anzahl von Stämmen denjenigen aufzusuchen, der im Sinne der früher aufgestellten Bedingungsgleichung

Digitized by Google

$$ns = s_1 + s_2 + \ldots s_n$$

das wahre Mittel aller jener Stämme ist; wenn man beachtet, daß sich jeder Fehler in der Auswahl des Probestammes mit n multiplicirt und das Resultat in entsprechendem Verhältnisse falsch wird; wenn man überdieß den gewiß denkbaren Fall berücksichtigt, daß sich in einem Bestande (also selbst unter einer größeren Anzahl von Stämmen) ein richtiger Modellstamm gar nicht vorfindet, so wird man unwillkürlich zu dem Schlusse geleitet, daß sich durch Auswahl nur eines Probestammes ein brauchbares Resultat kaum erzielen läßt, und daß man, um jenen Uebelständen nach Möglichkeit zu begegnen, mehrere Stämme herausgreifen müsse, von denen man eine Ergänzung auf das richtige Mittel erwartet.

Dieser Gedankengang liegt außerordentlich nah.

Man geht dabei von der Ueberlegung aus, daß sich durch die Kubirung einer größeren Anzahl von Probestämmen ein Ausgleich der Fehler vollziehen werde, und kommt ferner durch die Erwägung, daß das Aufnahmsergebniß absolut richtig steht, wenn man alle überhaupt vorhandenen Stämme als Probestämme behandelt, zu der ganz allgemeinen Annahme, daß das Resultat wahrscheinlich um so richtiger sein werde, auf je mehr Probestämme man die Untersuchung ausdehnt.

Die Auswahl eines Probestammes ist zwar dadurch sehr erleichtert, daß sich die gutächtliche Bestimmung, wenn man will, auf einen Factor, die Formzahl (meist Baumformzahl, welche die Beastung in sich begreift) beschränken kann, während die beiden andern Factoren, Durchmesser und Höhe, gemessen werden.

Eine directe Messung der Höhe ist übrigens, nachdem man entweder für den ganzen Bestand die Höhe als Function der Stärke gestempelt oder Höhenclassen gebildet hat, innerhalb deren dann diese Abhängigkeit beider Dimensionen besteht, bei der Auswahl gar nicht nöthig, sondern letztere erfolgt nur nach dem Durchmesser. Die Theorie darf wenigstens die Unterstellung gleicher Höhe machen. Natürlich kann bei der Ausführung im Walde eine so scharfe Ausscheidung nach Höhen nicht stattfinden, so daß letztere bei Auswahl von Probestämmen factisch ebenfalls begutachtet werden müssen. Man hat zunächst extreme Höhen, die, obwohl allgemein in einer Gruppe von Stämmen gleichen Durchmessers auch die Höhen gleich sein sollen, in geringer Zahl immerhin noch vorkommen werden, möglichst auszuschließen.

Digitized by Google

Aber selbst der Umstand, daß man bei Auswahl eines Probestammes unter günstigen Verhältnissen, nur dessen Formzahl zu berücksichtigen braucht, bietet längst keine unbedingte Sicherheit für ein richtiges Resultat, wenn man sich mit einem einzelnen Probestamme genügen läßt. Denn selbst innerhalb einer in die engstmöglichen Grenzen eingeschlossenen Stammgruppe, — also z. B. bei einer Durchmesserabstufung von 1 zu 1 Centimeter und Höhenunterschieden von 2 bis 3 Meter, also bei Differenzen, die für die Zwecke der Praxis schon zu gering sind, als daß sie mit Vortheil eingehalten werden könnten, — finden sich oft kaum zwei Individuen von gleicher Form vor. Von absoluter Gleichheit derselben muß man überhaupt absehen, zumal wenn man die Mannichfaltigkeit der Astbildung berücksichtigt.

Die Schwierigkeit der Probestammauswahl soll an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden; insbesondere soll hier noch nicht untersucht werden, wie sich dieselbe je nach Holzart, Holzalter, Bestandesform ꝛc. steigert oder verringert; wir kommen später auf diesen Punkt zurück.

Für unseren Zweck genügt es zunächst, darauf hingewiesen zu haben, daß mit Hilfe nur eines Probestammes keine genaue Massenermittelung erfolgen kann.

Es liegt nun offenbar nichts näher als auf Grund dieser Erkenntniß zu fragen:

Wie viel Probestämme soll man auswählen?

In der That stellt sich jeder Taxator, der irgendwo eine Holzmassenaufnahme durchzuführen hat, diese Frage immer wieder von Neuem, so oft er an einen neuen Bestand herantritt, für welchen nicht der Holzgehalt von Probestämmen anderer Bestände benutzt werden kann. Er gibt auch, indem er die Zahl der Probestämme für den concreten Fall festsetzt, jedesmal eine Antwort auf jene Frage. Ob aber diese Antwort eine wirklich auf Gründen beruhende und nicht vielmehr nur der Ausdruck eines unbestimmten Gefühles, individueller Auffassung, höchstens einer sehr allgemeinen und nicht genügend gestützten Ueberlegung ist, steht dahin.

Denn so einfach und natürlich jene Frage scheint, so schwierig ist es, eine Antwort auf dieselbe zu finden, die nach allen Richtungen hin befriedigen könnte, eine Antwort, die insbesondere nicht nur für einen einzelnen Fall, sondern allgemeine Geltung beanspruchen könnte.

Es wird auch, wie die nachfolgenden Betrachtungen darlegen

Digitized by Google

werden, immer unmöglich sein, jene Antwort anders als in Gestalt einiger allgemeiner Sätze zu geben, da die Zahl der Probestämme von mancherlei Umständen beeinflußt wird, welche es, ihrer Art und Bedeutung nach wechselnd, nicht zulassen, einen absoluten Betrag zu fixiren.

II. Momente, von denen die Zahl der Probestämme abhängt.

Dieselben sind theils in dem Zweck der Holzmassenaufnahme, insbesondere in dem geforderten Genauigkeitsgrade, sowie in der gewählten Methode zu finden und insoweit willkürlich verschiebbar; theils sind sie durch die Natur des aufzunehmenden Waldes gegeben.

Jene ersterwähnten Momente könnte man als innere, die anderen als äußere bezeichnen.

Die letzteren sind als unabänderlich anzusehen; wenigstens sind sie dem directen Einflusse des Taxators in dem Augenblick, da die Holzmassenaufnahme beginnt, entrückt; er muß den Bestand nehmen, wie er gerade ist; während der Wirthschafter mehrfach Mittel hat (z. B. in einem regelrechten Durchforstungsbetriebe), eine die Holzmassenaufnahme vorbereitende Thätigkeit zu entfalten, durch welche die Wirkung der äußeren Momente modificirt werden kann.

Wir werden uns später vorzugsweise mit den Beziehungen der Probestämme zu der Genauigkeit des Resultates beschäftigen, weshalb für jetzt auf diesen Punkt nicht eingegangen werden soll.

Den allgemeinen, hier einschlagenden Satz, daß die Zahl der Probestämme eine um so größere sein müsse, ein je genaueres Aufnahmsergebniß man haben will, haben wir oben bereits erwähnt. Aber wir werden uns überzeugen, daß mit demselben insofern nicht viel anzufangen ist, als er in dieser allgemeinen Form keine genügenden positiven Anhaltspunkte den concreten Forderungen der Praxis gegenüber gewährt, sondern höchstens als Ausdruck für gewisse relative, die Probestammzahl betreffende Festsetzungen gelten kann.

Der Zusammenhang der geforderten Genauigkeit mit der Ausscheidung der Stärkeclassen nach engeren oder weiteren Grenzen sei ebenfalls hier nur angedeutet.

Die in der Natur des Waldes gegebenen äußeren Momente, von welchen die Zahl der Probestämme abhängig gemacht werden muß, sind

1. die Betriebsart;

Digitized by Google

2. die Bestandsbegründungsart;
3. die Holzart;
4. das Holzalter;
5. Wüchsigkeit und Schluß des Bestandes;
6. der Wirthschaftsbetrieb.

In Bezug auf alle diese Momente ist zu untersuchen, inwieweit sie regelmäßigen, gleichförmigen Wuchs der Bäume bedingen, weil die Zahl der Probestämme ganz allgemein kleiner sein kann, wenn nur wenige und nicht sehr weit von einander abweichende Formen in den einzelnen Stammgruppen vorkommen. Je unregelmäßiger und verschiedener die nach Durchmesser und Höhe zusammengehörenden Baumindividuen gestaltet sind, um so schwieriger kann ein einzelnes derselben gefunden werden, welches wirklich wahrer Mittelstamm ist. Es muß also in diesem Falle eine unter Umständen ziemlich weitgehende Ergänzung auf das wahre Mittel zwischen mehreren Stämmen eintreten.

Im Einzelnen ist in diesem Sinne zu bemerken:

ad 1. Betriebsart: Vom Niederwaldbetriebe kann hier nicht die Rede sein, da bei diesem eine Holzmassenaufnahme, wenn sie überhaupt nöthig wird, am einfachsten mittelst Abtriebs einer Probefläche erfolgt.

Mittelwald und Hochwald bilden insofern einen gewissen Gegensatz, als die Oberholzclassen des Mittelwaldes schon wegen der räumlichen Stellung meist sehr viel verschiedenartigere Baumformen enthalten als die Bestände des Hochwaldes. Bei diesem ist zwar der Grad der Gleichförmigkeit auch wechselnd, je nachdem man Kahlschlag-, schlagweisen oder Femel-Betrieb hat; aber selbst bei letzterem, welcher den Baumindividuen doch die relativ größte Freiheit in der Entwickelung ihrer Eigenart gestattet, herrscht meist eine weit größere Regelmäßigkeit der Form als im Mittelwalde.

Im Allgemeinen wird man also für die Bedingung gleicher Genauigkeit im Mittelwalde mehr Probestämme beanspruchen müssen als im Hochwalde.

ad 2. Bestandesbegründungsart: Regelmäßige Pflanzverbände sollten die gleichförmigste, übereinstimmendste Ausbildung der einzelnen Bäume verbürgen; Saat und natürliche Verjüngung schließen sich an. Doch macht sich — abgesehen von zufälligen äußeren Einflüssen — dieser Unterschied, wenn überhaupt, meist kaum bis zum mittleren Bestandesalter hin geltend; er verschwindet mehr und mehr,

Digitized by Google

sobald die Durchforstungen regulirend in die Bestandesentwickelung eingreifen, und fällt vollständig weg in der Nähe der Hiebsreife, wenn nur noch die weitaus kleinste Zahl der ursprünglich vorhandenen Pflanzen, nachdem sie den vielerlei Kämpfen ihres Lebens entronnen sind, im Bestande gefunden werden. Bis jetzt fehlt wenigstens das nöthige Untersuchungsmaterial vollständig, auf Grund dessen man einen solchen Unterschied auch für spätere Alter constatiren könnte.

Intensiver ist die Verschiedenheit der Baumbildung, wenn man Kernwuchs und Stockausschlag vergleicht, oft auch noch in höherem Lebensalter. Die aus Stockausschlag hervorgegangenen Bestände zeigen meist weniger regelmäßige Formen.

ad 3. Holzart: In Bezug auf größere Regelmäßigkeit des Wuchses haben im Allgemeinen die Nadelhölzer den Vorzug vor den Laubhölzern, die schattenertragenden Holzarten vor den lichtbedürftigen: Alles nur als allgemeine Regel, von der uns beachtenswerthe Ausnahmen nicht selten begegnen. Gewöhnlich wird man aber doch im Fichten- oder Weißtannenwalde leichter als im Eichwalde aus nur wenigen Probestämmen ein richtiges Mittel erhalten. Einzelne lichtliebende Laubhölzer wie Esche und Erle, sowie die lichtbedürftige Lärche zeigen freilich oft große Regelmäßigkeit des Wuchses.

ad 4. Holzalter: Normale Hochwaldbestände haben häufig die größte Uebereinstimmung ihrer Formzahlen in der Periode des Ueberganges vom Stangenholzalter zur vollen Mannbarkeit aufzuweisen. In späteren Jahren, wenn im mehr gelichteten Bestande das Einzelindividuum mehr in den Vordergrund tritt, verschwindet diese Gleichförmigkeit allmälig wieder.

Möglich, daß eingehendere Untersuchungen zu bedeutenden Modificationen dieser allgemein aufgestellten Sätze führen werden. Immerhin wird aber eine gewisse Abhängigkeit der Regelmäßigkeit der Baumform vom Alter constatirt werden können, gleichgiltig, wie sich das betreffende Gesetz gestaltet.

ad 5. Wüchsigkeit und Schluß: Hier müßten alle diejenigen Umstände zur Sprache kommen, welche in gedachter Beziehung fördernd oder nachtheilig wirken, d. h. unter sonst gleichen Verhältnissen in erster Linie die Factoren der Standortsgüte und namentlich alle Gefahren, die einen Bestand von der Begründung bis zum Abtriebe bedrohen.

Guter Standort und normal gebildete Bestände fallen, wenn man von Fehlern der Wirthschaft und schädlichen äußern Einwirkungen

Digitized by Google

absieht, zusammen; schlechte Bonitäten werden nicht nur geringere und meist abformigere Bäume, sondern auch größere Vielgestaltigkeit der Baumform hervorbringen.

Entwickelungsstörungen, z. B. durch Wild- oder Insectenfraß, Beschädigungen durch Sturm, Schnee 2c. bewirken sofort größere Unregelmäßigkeit des Wuchses und in Folge des unterbrochenen Bestandesschlusses willkürlichere Ausbildung des einzelnen Baumes, bedingen also in der Folge eine größere Probestammzahl.

ad 6. Wirthschaftsbetrieb: Wir haben hier namentlich die Bestandespflege im Auge; denn es liegt auf der Hand, wie sehr z. B. das Aussehen eines Bestandes von der Art der Läutetungshiebe, des Durchforstungsbetriebes abhängig ist. Zur Erzielung eines gleichförmigen Bestandes ist kaum ein Mittel geeigneter und wirkungsvoller als die Vornahme regelmäßiger Durchforstungen.

Daß sich alle die angeführten Momente nicht in der Weise, wie es der besseren Uebersicht halber hier geschehen ist, immer scharf trennen lassen, sondern mit ihren Wirkungen in einander übergreifen, sich wechselsweise bedingen und ergänzen, ist selbstverständlich.

Ueberhaupt konnte nur die Gewinnung allgemeiner Anhaltspunkte bezweckt werden, die in ihren Consequenzen längst nicht für jeden einzelnen Fall der Praxis passen dürften.

III. Angaben verschiedener Schriftsteller.

Außer jenem ganz allgemein gehaltenen Satze, daß sich aus einem einzigen Probestamme ein richtiges Resultat in der Regel nicht ableiten lasse, sondern daß man, um zu einem solchen zu gelangen, mehrere und um so mehr Probestämme messen müsse, je unregelmäßiger der Bestand sei, finden sich in den Specialschriften über Holzmassenaufnahme sowohl, als auch in denen über Ertragsregelung, welche der Holzmassenaufnahme als einer Hilfsarbeit bedarf, nirgends Angaben, aus welchen sich in einem gegebenen Falle bestimmte Kriterien für die Zahl der Probestämme entnehmen ließen.

Der Begriff des Probestammes ist so alt, als die Bestandesaufnahme durch Messung überhaupt. Denn an Stelle der für gesteigerte Ansprüche unzureichenden Oculartaxation mußte, da die Kubirung sämmtlicher Stämme eines Bestandes nicht ausführbar erschien, sofort ein Verfahren der Aufnahme mit Hilfe von Probestämmen treten.

Wenn es nun auch nicht auffallen kann, daß ältere forstliche

Digitized by Google

Schriftsteller, wie G. L. Hartig oder H. Cotta, die auf allen Gebieten des Forstfaches so weite, noch mangelhaft oder gar nicht bebaute Strecken fanden, und nach ihnen die ganze Reihe derer, die bis gegen die Mitte unseres Jahrhunderts gearbeitet haben, um auf festerer Grundlage eine Forstwissenschaft zu construiren, nicht allzuhäufig an die eingehende Behandlung von Detailfragen herangetreten sind, deren Zweck und Bedeutung wichtigeren und Hauptfragen gegenüber zurückstand, — so kann man sich doch füglich wundern, daß die Lösung eines so weitgreifenden Problems, wie es die Frage

nach den Beziehungen der Probestammzahl zu den Resultaten der Holzmassenaufnahme

darstellt, auch in unserer Zeit der weitestgehenden Specialisirung noch nicht energischer in Angriff genommen worden ist.

Als Grund dafür und für manche andere — sit venia verbo — Unterlassungssünde ähnlicher Art kann man freilich anführen, daß man auch noch andere Aufgaben zu erfüllen hat. Ob aber diese Erklärung allein hinreicht, ist fraglich. Zufälligkeiten, wie persönliche Liebhaberei und dergleichen spielen in solchen Dingen ebenfalls eine große Rolle, aber ein nicht unwesentlicher Theil der Schuld muß doch auch wohl der Schwierigkeit zugeschrieben werden, welche die Beantwortung gerade jener Frage bietet.

Deren Wichtigkeit kann nicht bestritten werden. Denn jede Vergleichung von Aufnahmsverfahren und Aufnahmsergebnissen entbehrt der sicheren Begründung, so lange nicht in Bezug auf die Frage nach dem Genauigkeitsgrade ganz bestimmte Grundsätze dabei zur consequenten Durchführung gelangt sind.

Es genügt beispielsweise zur Erreichung eines principiell richtigen Resultates nicht, lange Reihen von Ertragsversuchen zu Ertragstafeln zu vereinigen, wenn man mehr oder minder ungleichwerthige Größen zusammenfügt. Und mit solchen wird man, — wenn man nicht Stamm für Stamm kubirt oder Abtriebsergebnisse zur Verfügung hat, — im Allgemeinen immer operiren, bis ein Maßstab für die Beurtheilung der Frage gewonnen ist, wie sich die Genauigkeit der Aufnahme in Folge einer Aenderung der Probestammzahl verschiebt.

Vorläufig ist zu constatiren, daß sich, soweit uns bekannt ist, über den beregten Punkt in unserer Literatur nichts Erschöpfendes findet, wie denn überhaupt die Holzmeßkunde noch manche unbeantwortete Frage aufzuweisen hat.

An neueren Schriften, die das auf diesem Gebiete vorhandene

Digitized by Google

Material sammeln und kritisch zusammenstellen, ist gerade kein allzugroßer Ueberfluß; aber auch nicht an solchen, die selbstständig Neues zu schaffen bestrebt sind.

Seit Gustav Heyer seine Schrift: „Ermittelung der Masse ꝛc. der Holzbestände (conf. Anm. zu S. 4)" hat erscheinen lassen, in welcher für viele Einzelsätze der Holzmeßkunde die streng wissenschaftliche Begründung gegeben ist, hat Preßler verschiedene neue Lehren als Gaben seines lebhaften Geistes auf den Tisch des Hauses gelegt; das Kapitel „Bestandesaufnahme" ist durch die Verfahren von Draudt und Robert Hartig bereichert worden; der an beide sich anschließende wissenschaftliche Streit hat zur Klärung mancher interessanten Frage beigetragen; Kunze und mehrere andere haben sich namentlich mit der Untersuchung von Fehlergrößen und Fehlergrenzen gewisser Messungen beschäftigt, — zwar eine ganze Reihe von nennenswerthen Errungenschaften, aber sie vertheilen sich doch auf den Zeitraum von nahe 25 Jahren, und Erörterungen insbesondere, welche mit der Probestammfrage, wie wir sie behandeln wollen, in directer Beziehung stehen, finden sich nur in dem Kampfe für und gegen das Draudt'sche Verfahren.

Zunächst sagt Draudt in seiner Broschüre: „Die Ermittelung der Holzmassen (Gießen 1860)" in Bezug auf sein Verfahren u. a.:

S. 2: „Die Zahl der Probestämme soll mit der Größe der zugehörigen Bestandesmasse, sowie mit dem Zweck der Massenermittelung in angemessenem Verhältniß stehen. Sie muß ferner groß genug sein, um den grundsätzlichen Bedingungen des Verfahrens entsprechen zu können u. s. f." — „Räthlich ist es, womöglich nicht an Probeholz zu sparen, um die unvermeidlichen Abweichungen ꝛc. thunlichst auszugleichen. Die genaueste Messung der Fällungsergebnisse kann diese Fehler nicht mindern".

S. 5: „ꝛc. weil mit der Menge der gemessenen Stämme auch die Wahrscheinlichkeit der Fehlerausgleichung wächst".

Hier wäre u. a. ferner zu citiren ein auf S. 127 ff. (im Aprilheft) der Allgemeinen Forst- und Jagd-Zeitung von 1871 abgedruckter Aufsatz von Draudt („Die Ansichten des Herrn Dr. Robert Hartig und des Herrn Oberförsters Bernhardt über mein Verfahren der Holzmassenermittelung"), nach welchem

„die Genauigkeit der Holzmassenermittelung gerade in dem Verhältnisse zunehme, in welchem die Zahl der Probestämme

Digitized by Google

wächst, und allgemein bei a Probestämmen a/n betrage;“ und „für die Genauigkeit lediglich die Zahl der Stämme entscheide, für welche je 1 Stamm als Probestamm gelten soll“.

Auf diesen letzten Satz sei einstweilen besonders aufmerksam gemacht; derselbe ist an der betr. Stelle so präcis ausgesprochen, wie nur wünschenswerth.

Im Uebrigen finden sich in den forstlichen Schriften, wie schon erwähnt, in Bezug auf die Zahl der Probestämme nur ganz kurze und meist ziemlich unbestimmte Angaben.

Einige derselben mögen hier folgen:

1. Heyer Dr. Gustav, der in seiner oben angeführten Schrift vom Jahre 1852 nur eine Reihe von Sätzen der Holzmeßkunde, deren Klarstellung ihm besonders wünschenswerth schien, herausgreift, ohne das ganze Gebiet der einschlagenden Fragen erschöpfen zu wollen, empfiehlt gelegentlich (conf. das. S. 38/39)

„aus jeder Klasse mehrere, wenn thunlich recht viele Modellstämme kubisch zu vermessen und aus deren Inhalt das Mittel zu nehmen“.

Weitere Forderungen in dieser Richtung finden sich nicht vor.

2. Breymann Carl: Anleitung zur Holzmeßkunst 2c. 1868 S. 23 „Der Kubikinhalt des (arithmetischen) Mittelstammes wird dadurch gefunden, daß man von der Umfangsstärke des Mittelstammes 2 bis 3 Stämme fällen läßt, dieselben kubirt 2c.“

Er behandelt überhaupt nur das Verfahren der Aufnahme durch arithmetisch mittlere Modellstämme des ganzen Bestandes.

3. Kunze Max: Lehrbuch der Holzmeßkunst 1873 sagt S. 179 nur:

„Die Zahl der auszuwählenden Probestämme läßt sich im Allgemeinen nicht begrenzen. Je mehrere derselben man fällt und berechnet, um so genauer wird man die Bestandesmasse erhalten“.

4. Baur Dr. Franz: Die Holzmeßkunst (2. Aufl.) 1875. In dem Abschnitte: Holzmassenaufnahme der Bestände (S. 169 ff.) finden sich u. a. folgende Angaben:

„Da wir den Kubikinhalt stehenden Holzes ermitteln sollen (bez. nicht alle Stämme fällen und speciell ausmessen dürfen), so können wir uns der Wahrheit nur nähern oder sie höchstens zufälligerweise einmal erreichen.

Digitized by Google

Die Erzielung eines unter allen Verhältnissen möglichst richtigen, nicht vom Zufall abhängigen Resultates muß Zielpunkt der Bestandesschätzung sein", und

S. 192: „man läßt von dem arithmetisch mittleren Modellstamme mehrere Exemplare fällen;"
„man läßt in jeder Stärkeclasse einen oder besser mehrere Exemplare fällen".
„Der Fehler wird aber um so geringer, eine je größere Anzahl Probestämme man fällen läßt, weil mit letzterer die Wahrscheinlichkeit steigt, dem wahren Mittelstamme des Bestandes näher zu kommen".

S. 193: „Es empfiehlt sich, wo möglich von dem einen arithmetischen Mittelstamme gerade so viele Exemplare fällen zu lassen, als man bei Ausscheidung verschiedener Stärkeclassen gefällt haben würde".

S. 198: wird eine möglichst große Anzahl von Probestämmen gefordert. „Jedenfalls fälle man in größeren Beständen (nicht Probeflächen) mindestens 6—10 Stück". ꝛc.

In den Schriften über Ertragsregelung wird des Gegenstandes, wenn überhaupt, so nur vorübergehend erwähnt. So will z. B.

1. Heyer Dr. Carl (Wald-Ertragsregelung 2. Aufl. 1862) für jede Classe einen oder mehrere Probestämme. Man könne auch mehrere Classen vereinigen, zumal wenn man von deren mittlerem Modellstamme mehrere fällen lasse.
2. Karl H. (Forstbetriebs-Regulirung 1851) enthält nichts.
3. Judeich Dr. Fr. (Forsteinrichtung 2. Aufl. 1874) verweist bezüglich der ganzen Holzmassenaufnahme auf die Forstmathematik, in specie die Holzmeßkunde.
4. Grebe Dr. Carl (Betriebs- und Ertragsregulirung der Forste 1867) sagt in § 67 Auswahl der Probestämme:

„Die Zahl derselben richtet sich:

1) nach der Frequenz der vorkommenden Stammclassen. Diejenigen, welche durch Zahl und Masse vorwiegen, bedürfen einer verhältnißmäßig größeren Auzahl von Probestämmen;

2) nach dem anzuwendenden Schätzungsverfahren;

3) nach den bereits vorliegenden Erfahrungsgrößen".

5. Wagener Gustav (Anleitung zur Regelung des Forstbetriebs 1875) verlangt S. 144 als Probeholzprocentsatz für

Digitized by Google

„1) Vorbereitungs-, Besamungs-, Licht- und Abtriebsschlag, für lückige und unregelmäßige Bestände 2%,

2) haubare Bestände mit gleichmäßigem Stärke- und Höhenwuchs 1%,

3) angehend haubare Bestände und gleichmäßig bestockte Mittelhölzer ½%".

Diese Angaben mögen genügen, um zu zeigen, was uns die forstliche Literatur bietet.

Eine Kritik der einzelnen Aussprüche muß hier unterbleiben, weil die Grundlagen für eine solche erst durch die späteren Betrachtungen gewonnen werden sollen. Ist dies geschehen, so ergibt sie sich ganz von selbst.

Viele Autoren kommen, nach jenen Angaben zu schließen, nicht über eine ziemlich unbestimmte Vorstellung von dem Einfluß der Probestämme auf den Werth des Aufnahmsresultates hinaus; da wo sie ihre Forderungen schärfer formuliren, ist wohl eine Begründung aus ganz allgemeinen Anschauungen abgeleitet, nicht aber ein strenger Nachweis der Richtigkeit ihrer Ansicht versucht.

IV. Zusammenhang der Probestämme und der berechneten Holzmasse.

Vorbemerkung:

Es handelt sich in der Folge um eine Beantwortung der Fragen:

Wie viele Probestämme muß man unter gegebenen Verhältnissen auswählen, um einen bestimmten Genauigkeitsgrad des Resultates zu erzielen?

in welchem Maße steigert sich die Genauigkeit mit einer Vermehrung der Probestämme?

bis zu welcher Grenze ist insbesondere der in der größeren Zuverlässigkeit gegebene Effect bedeutend genug, um den Aufwand an Arbeit und Zeit, welchen eine Vermehrung der Probestämme verursacht, zu lohnen?

Anschließend an die allgemeinen Betrachtungen, welche in Bezug auf diese Fragen angestellt werden müssen, wäre in einem späteren Abschnitte zu untersuchen, wie sich die verschiedenen Methoden der Holzmassenaufnahme denselben gegenüber verhalten, und wäre endlich festzustellen, welche Regeln die Praxis der Holzmassenaufnahme zu

Digitized by Google

befolgen hat, um bei ihren Operationen wirklich grundsätzlich zu verfahren.

Wenn es gelingen sollte, die angedeuteten Fragen einer befriedigenden Lösung einen Schritt näher zu führen, so ist der Zweck dieser Schrift erfüllt. Unter Umständen ist es aber auch schon von Vortheil, negative Resultate mit voller Sicherheit gefunden zu haben. Man wird dann wenigstens vor allerlei Selbsttäuschungen bewahrt.

Zuvörderst soll die Wirkung der einzelnen Probestämme dargelegt werden. Namentlich ist zu untersuchen, ob die einzelnen Probestämme, die man in einem Bestande auswählt, in Bezug auf das Resultat gleichwerthig sind, oder ob nicht etwa dem ersten eine größere Bedeutung zukommt als dem zweiten, diesem eine größere als dem dritten u. s. w.

Nach Erledigung dieser Vorfrage wird man weiterhin nachsehen müssen, ob und in welchen Fällen man im Stande ist, bei der Auswahl im Bestande wirklich einen richtigen Probestamm zu treffen, und erst dann, nachdem alle diese Momente untersucht worden sind, kann über obige Hauptfragen entschieden werden.

Die angedeuteten Probleme können nur mit Zuhilfenahme der Wahrscheinlichkeitsrechnung gelöst werden, deren Gesetze hier, wie für manche andere offene Frage unseres Faches, der ausgiebigsten Anwendung fähig sein dürften. Insbesondere ist die Möglichkeit, einen richtigen Probestamm im Bestande aufzufinden, in erster Linie nach jenen Gesetzen zu bemessen.

A. Die Bedeutung der einzelnen Probestämme.

Es seien in einer Stammgruppe n Stämme vorhanden, die in Bezug auf Stärke und Höhe übereinstimmen mögen.

Wählt man unter diesen n Stämmen *einen* mit dem Inhalte s als Probestamm, so berechnet sich die Holzmasse der Gruppe aus der Gleichung

$$m_1 = n \cdot s,$$

bez. die Masse m_1 wird richtig oder falsch (d. h. $= m = s_1 + s_2 + \ldots + s_n$ oder nicht) gefunden, je nachdem $s = \frac{m}{n}$ war oder nicht.

1) Angenommen, *der erst ausgewählte Probestamm sei richtig*, so kann das Resultat durch die Auswahl eines weiteren Probestammes in keinem Falle verbessert werden. Es kann also dann auch von irgend welchem Vortheil, den die Auswahl einer größeren Zahl von Probestämmen bieten könnte, nicht die Rede sein,

Digitized by Google

sondern im Gegentheil würde jeder zweite Probestamm in dem Maße, in welchem er nicht ebenfalls ein richtiger Mittelstamm wäre, die Güte des Resultates nur verringern. Jeder etwaige Fehler des zweiten Probestammes würde sich sofort auch auf den, an sich richtigen ersten Stamm übertragen. Ein dritter Probestamm kann den Fehler des zweiten wieder aufheben u. s. f.

2) Ist der erstgewählte Stamm falsch, sein Inhalt z. B. $= g \cdot h \cdot (f \pm \delta)$ anstatt $= g \cdot h \cdot f$ (worin g = Kreisfläche, h = Höhe und f = Formzahl), so wird die berechnete Holzmasse

$$m_1 = n \cdot g \cdot h \cdot (f \pm \delta) \text{ anstatt}$$
$$m = n \cdot g \cdot h \cdot f$$

$$\text{Fehler} = m_1 - m = \pm n \cdot g \cdot h \cdot \delta$$

In diesem Falle ist also nur die Masse des einen ausgesuchten Stammes für sich richtig bestimmt, d. h. es ist $^1/_n$ der berechneten (nicht der wirklich vorhandenen) Masse richtig, während die $(n - 1)$ übrigen Stämme sämmtlich mit dem betreffenden Fehler $(= \pm g \cdot h \cdot \delta)$ behaftet sind.

Nach welchen Gesetzen der Fall (1) oder (2) eintreten wird, soll später untersucht werden.

Wählt man zu dem ersten, falschen Probestamm einen zweiten aus, so besteht die günstigste Wirkung, welche derselbe überhaupt äußern kann, darin, daß er die durch den ersten Probestamm veranlaßte Unrichtigkeit des Resultates gerade aufhebt. Dies geschieht dadurch, daß er den ersten Stamm zum richtigen Mittel ergänzt. Er muß zu dem Ende mit einem Fehler $(= \mp g \cdot h \cdot \delta)$ behaftet sein.

Dann ist die aus beiden Probestämmen berechnete Holzmasse

$$m_2 = n \frac{g \cdot h (f \pm \delta) + g \cdot h (f \mp \delta)}{2} = n \cdot g \cdot h \cdot f = m$$

Der rectificirende Einfluß des zweiten Probestammes stellt sich mithin dar in dem Maximalbetrage $(\mp n \cdot g \cdot h \cdot \delta)$.

Da bei nur einigermaßen guter Auswahl des ersten Probestammes der absolute Werth von $n \cdot g \cdot h \cdot \delta <$ ist als der unterstellte Minimalwerth $n \cdot g \cdot h\ (f - \delta)$ der auf Grund eines ersten Probestammes $g \cdot h \cdot (f - \delta)$ berechneten Holzmasse, so ist jedenfalls die Wirkung des zweiten Probestammes, in Holzmasse ausgedrückt, kleiner als diejenige des ersten, was gleichbedeutend ist mit einer geringeren Wichtigkeit des zweiten Probestammes für die Holzmassenaufnahme.

Digitized by Google

Wir hatten für den zweiten Probestamm den günstigsten Fall unterstellt.

Ist aber der Inhalt des zweiten Probestammes nicht $= g.h.(f \mp \delta)$, sondern allgemein $= g.h.(f \mp \delta_1)$, worin $\delta_1 \gtrless \delta$ ist, so hat man folgende 8 Fälle zu unterscheiden:

A. Für den ersten Probestamm $= g.h.(f + \delta)$ und dem entsprechend $m_1 = n.g.h.(f + \delta) = n.g.h.f + n.g.h.\delta$ und

1) $\delta_1 > \delta$ sei

(I) ... a. der zweite Probestamm $= g.h\,(f - \delta_1)$, so ist auf Grund der beiden Probestämme die berechnete Holzmasse

$$m_2 = n\left(\frac{g.h.(f+\delta) + g.h(f-\delta_1)}{2}\right)$$

$$= n.g.h.f + n.g.h\left(\frac{\delta - \delta_1}{2}\right)$$

Der Einfluß des zweiten Probestammes auf das Resultat ist offenbar gegeben in der Differenz $(m_1 - m_2)$, also

$$= n.g.h.\delta - n.g.h\left(\frac{\delta-\delta_1}{2}\right) = n.g.h\left[\delta - \left(\frac{\delta-\delta_1}{2}\right)\right]$$

$$= n.g.h.\left(\frac{\delta+\delta_1}{2}\right), \text{ also} > n.g.h.\delta$$

Hiernach hat zwar in diesem Falle der zweite Probestamm eine größere Wirkung auf die Berechnung der Holzmasse als in obigem günstigsten Falle, wo die Ergänzung auf das wahre Mittel stattfand; aber immerhin besteht auch hier wohl stets die Ungleichheit

$$n.g.h\left(\frac{\delta+\delta_1}{2}\right) < n.g.h.(f+\delta)$$

Der positive Fehler, welchen die Massenberechnung auf Grund des ersten Probestamminhaltes geliefert hatte, wird durch Hinzutreten des zweiten in einen negativen verwandelt; der absolute Fehlerbetrag, der nach dem Einfügen des zweiten Probestammes erfolgt, ist dann kleiner als bei der Holzmassenberechnung nur nach dem ersten Probestamm, wenn $\delta_1 < 3\,\delta$ ist.

(II) ... b. Der zweite Probestamm $= g.h\,(f + \delta_1)$, so ist auf Grund der beiden Probestämme die Holzmasse

$$m_2 = n\left(\frac{g.h.(f+\delta) + g.h.(f+\delta_1)}{2}\right)$$

$$= n.g.h.f + n.g.h\left(\frac{\delta+\delta_1}{2}\right) \text{ und}$$

$$m_1 - m_2 = n.g.h.\delta - n.g.h\left(\frac{\delta+\delta_1}{2}\right) = n.g.h\left(\frac{\delta-\delta_1}{2}\right) < n.g.h.\delta$$

Digitized by Google

Hier hat man also unter allen Umständen einen noch geringeren Einfluß des zweiten Probestammes als oben.

2) $\delta_1 < \delta$

(III) . . . a. Der zweite Probestamm sei $= g.h.(f - \delta_1)$, so ist auf Grund der beiden Probestämme die Masse

$$m_2 = n\left(\frac{g.h(f+\delta) + g.h.(f-\delta_1)}{2}\right)$$

$$= n.g.h.f + n.g.h.\left(\frac{\delta - \delta_1}{2}\right);$$

$m_1 - m_2 = n.g.h.\left(\frac{\delta + \delta_1}{2}\right)$, was unzweifelhaft $< n.g.h.\delta$

(IV) . . . b. Der zweite Probestamm sei $= g.h.(f + \delta_1)$, so ist

$$m_2 = n.g.h.f + n.g.h.\left(\frac{\delta + \delta_1}{2}\right) \text{ und}$$

$m_1 - m_2 = n.g.h\left(\frac{\delta - \delta_1}{2}\right)$, was ebenfalls $< n.g.h.\delta$

B. Für den ersten Probestamm $= g.h.(f - \delta)$ und dem entsprechend

$$m_1 = n.g.h.(f - \delta) = n.g.h.f - n.g.h.\delta \text{ und}$$

1) $\delta_1 > \delta$

(V) . . . a. Der zweite Probestamm $= g.h.(f - \delta_1)$, so ist

$$m_2 = n.g.h.f - n.g.h.\left(\frac{\delta + \delta_1}{2}\right),$$

$$m_1 - m_2 = n.g.h.\left(\frac{\delta_1 - \delta}{2}\right).$$

Hier ist $\frac{\delta_1 - \delta}{2}$ nur dann $< \delta$, wenn $\delta_1 < 3\,\delta$ ist.

Aber selbst wenn $\delta_1 > 3\,\delta$ werden sollte, wo dann der Einfluß des zweiten Probestammes größer sein würde, als in dem oben skizzirten günstigsten Falle, wird es doch nie einen solchen Betrag erreichen, daß $n.g.h\left(\frac{\delta_1 - \delta}{2}\right) > n.g.h\,(f - \delta)$, d. h. es wird auch dann der Einfluß des zweiten Probestammes auf die Masse nie größer werden, als die aus dem ersten Probestamm allein berechnete Masse. Der absolute Fehlerbetrag wird in Fall (V) durch Hinzutreten des zweiten Probestammes vergrößert.

(VI) . . . b. Der zweite Probestamm $= g.h.(f + \delta_1)$, so ist

$$m_2 = n.g.h.f - n.g.h\left(\frac{\delta - \delta_1}{2}\right):$$

$m_1 - m_2 = n.g.h\left(\frac{-\delta_1 - \delta}{2}\right)$, was $< n.g.h.\delta$ ist.

Digitized by Google

Der negative Fehler in m_1 wird, da $\left[- n.g.h\left(\frac{\delta - \delta_1}{2}\right)\right] = +$ ist, in einen positiven verkehrt, wobei der absolute Werth dieses positiven Fehlers so lange kleiner bleibt als der des vorherigen negativen, als $\delta_1 < 3\,\delta$ ist.

2) $\delta_1 < \delta$

(VII) . . . a. Der zweite Probestamm $= g.h.(f - \delta_1)$, so ist

$$m_2 = n.g.h.f - n.g.h\left(\frac{\delta + \delta_1}{2}\right);$$

$$m_1 - m_2 = n.g.h.\left(\frac{\delta_1 - \delta}{2}\right)$$

Es ist aber stets $\frac{\delta_1 - \delta}{2} < \delta$, also der Einfluß des zweiten Probestammes hier wiederum kleiner als in obigem günstigstem Falle.

Da übrigens $\delta_1 < \delta$, so ist $\frac{\delta + \delta_1}{2} < \delta$ und $m_2 > m_1$, d. h. durch das Hinzutreten des zweiten Probestammes wird das Resultat entsprechend verbessert.

(VIII) . . . b. Der zweite Probestamm $= g.h.(f + \delta_1)$, so ist

$$m_2 = n.g.h.f - n.g.h.\left(\frac{\delta - \delta_1}{2}\right);$$

$m_1 - m_2 = n.g.h.\left(\frac{-\delta_1 - \delta}{2}\right)$, was immer $< n.g.h.\delta$ ist.

Unter den 8 denkbaren Fällen sind mithin überhaupt nur 2, nämlich (I) und (V), in welchen der Einfluß des zweiten Probestammes auf die berechnete Masse jemals denjenigen des ersten Probestammes übersteigen könnte, weil er nur in diesen beiden Fällen größer werden kann, als derjenige Einfluß, den wir dem zweiten Probestamm in dem oben dargelegten günstigsten Falle, wo er den ersten Probestamm gerade zu dem richtigen Mittel ergänzte, zuerkennen mußten. Das Eintreten des in jenen beiden Fällen, (I) oder (V), immerhin möglichen Verhaltens, wonach die Wirkung des zweiten Stammes größer wäre als die des ersten, würde jedoch voraussetzen, daß bei der Auswahl des ersten Probestammes ein so beträchtlicher Fehlgriff gethan worden sei, wie man ihn bei einem aufmerksamen Taxator nie vermuthen darf.

Man wird im Gegentheil mit voller Bestimmtheit auch in diesen beiden, eine größte Wirkung des zweiten Stammes bedingenden Fällen diese doch stets als geringer ansprechen müssen, als diejenige des erstgewählten Probestammes ist.

Sobald man von n Stämmen 2 als Probestämme auswählt, hat man für diese $^2/_n$ der ganzen Stammzahl die Holzmasse unbe-

Digitized by Google

dingt richtig; und wenn man aus letzterer die Gesammtholzmasse ableitet, so sind mithin $^2/_n$ der berechneten Masse an den zugehörigen $2/n$ der Stämme wirklich vorhanden, während alle übrigen $(n - 2)$ Stämme mit dem mittleren Fehler behaftet sind, der den beiden gewählten Probestämmen zukommt.

3) Wählt man 3 Probestämme aus, so läßt sich in ganz analoger Weise, wie es für 2 Stämme geschehen ist, darthun, daß der combinirte Einfluß des zweiten und dritten Stammes absolut genommen für das Resultat der Holzmassenaufnahme stets geringwerthiger ist, als der des ersten Stammes, — man müßte denn unterstellen, daß unter diesen Probestämmen solche wären, die wegen ihrer extremen Gestalt (bez. Fehlerbeträge) von der Wahl von vornherein hätten ausgeschlossen werden müssen. Lägen solche vor, so würde freilich jede Regel alterirt; aber Ausnahmen sind vorläufig von der Betrachtung auszuschließen.

Ebenso steht jede weitere Vereinigung von Probestämmen (zu 4, 5, ... a) gegen den ersten Probestamm bezüglich ihres Antheils am Resultat der Massenermittelung zurück, stets aus dem einfachen Grunde,

> weil gewissermaßen nur von dem ersten Probestamme die richtige mittlere Masse plus dem (positiven oder negativen) Fehler, von jedem folgenden Probestamm dagegen lediglich der Fehler in Rechnung tritt. Denn es ist z. B. aus a Probestämmen

$$m = n\left(\frac{g \cdot h \cdot (f + \delta) + g \cdot h\,(f + \delta_1) + \ldots + g \cdot h \cdot (f + \delta_{a-1})}{a}\right)$$

$$= n \cdot g \cdot h \cdot f + n \cdot g \cdot h \cdot \left(\frac{\delta + \delta_1 + \ldots + \delta_{a-1}}{a}\right),$$

worin die richtige Masse $n \cdot g \cdot h \cdot f$ gerade so erscheint, wie sie bereits in der Berechnung der Masse aus nur einem Probestamme als Glied vorkommt. Alle Modificationen des Resultates liegen ausschließlich in dem Gliede $n\,g\,h\left(\frac{\delta + \delta_1 + \ldots + \delta_{a-1}}{a}\right)$.

Die Art, wie durch einen neu hinzutretenden Probestamm das Resultat verändert wird, folgt keinem bestimmten Gesetz, sondern ist von dem Vorzeichen und absoluten Werthe des jeweiligen Fehlers abhängig.

Für 3 Probestämme ergeben sich bereits 27 mögliche Combinationen, wenn man nur unterscheidet, ob sie richtige oder falsche Mittelstämme sind, und ob in letzterem Fall ihr Fehler negativ oder

Digitized by Google

positiv ist, ohne daß man dabei auf dessen absolute Größe Rücksicht nimmt.

Die Aenderung des Resultates, welche der dritte Probestamm verursacht, kann je nach Vorzeichen und Betrag seines Fehlers eben so groß, größer oder kleiner sein, als die durch den zweiten Probestamm hervorgerufene.

Dann wählt man z. B. 3 Probestämme mit den falschen Formzahlen $(f + \delta)$, $(f + \delta_1)$ und $(f + \delta_2)$, so ergeben sich, wenn man der Reihe nach den ersten, dann den ersten und zweiten, endlich den ersten, zweiten und dritten Probestamm zur Holzmassenberechnung heranzieht, die 3 Massen:

$$m_1 = n \cdot g \cdot h \cdot (f + \delta);$$

$$m_2 = n \left(\frac{g \cdot h \cdot (f + \delta) + g \cdot h \cdot (f + \delta_1)}{2} \right);$$

$$m_3 = n \left(\frac{g \cdot h \cdot (f + \delta) + g \cdot h \cdot (f + \delta_1) + g \cdot h \cdot (f + \delta_2)}{3} \right).$$

Nun ist die durch den zweiten Probestamm bewirkte Massenänderung

$$= m_1 - m_2 = n \cdot g \cdot h \cdot f + n \cdot g \cdot h \cdot \delta - n \cdot g \cdot h \cdot f -$$

$$- n \cdot g \cdot h \cdot \left(\frac{\delta + \delta_1}{2} \right) = n \cdot g \cdot h \cdot \left(\frac{\delta - \delta_1}{2} \right) \ldots \text{(a)}$$

Die durch den dritten Probestamm bewirkte Massenänderung =

$$m_2 - m_3 = n \cdot g \cdot h \cdot f + n \cdot g \cdot h \cdot \left(\frac{\delta + \delta_1}{2} \right) - n \cdot g \cdot h \cdot f -$$

$$- n \cdot g \cdot h \cdot \left(\frac{\delta + \delta_1 + \delta_2}{3} \right) = n \cdot g \cdot h \cdot \left(\frac{\delta + \delta_1 - 2\delta_2}{6} \right) \ldots \text{(b)}$$

Vergleicht man (a) und (b) oder, was dasselbe ist

$$\left(\frac{3\delta}{6} - \frac{3\delta_1}{6} \right) \text{ und } \left(\frac{\delta}{6} + \frac{\delta_1}{6} - \frac{2\delta_2}{6} \right)$$

so ist sofort ersichtlich, daß sich je nach Vorzeichen und Größe von δ, δ_1 und δ_2 die relativen, sowie die absoluten Werthe von (a) und (b) ändern.

Die Verschiedenheit von beiden läßt sich zwar in jedem einzelnen Falle sofort feststellen, aber es nützt nichts, sich an dem Aufsuchen irgend einer Gesetzmäßigkeit in diesen Aenderungen abzumühen; selbst wenn eine solche überhaupt aufgefunden werden könnte, dürfte sie kaum Bedeutung haben.

Construirt man sich zum Ueberfluß ein ganz willkürliches Zahlenbeispiel, indem man setzt $\delta = 3$, $\delta_1 = 1$, $\delta_2 = 6$, so hat man (a) $= \frac{6}{6}$, (b) $= -\frac{8}{6}$ oder (a) $>$ (b);

Digitized by Google

setzt man hingegen nur $\delta = 3$, $\delta_1 = 6$, $\delta_2 = 1$, so ist (a) $= -\frac{9}{6}$ und (b) $= +\frac{7}{6}$, und in ähnlicher Weise erfolgen ohne zweckdienliche Regelmäßigkeit stets Aenderungen, so oft sich δ, δ_1 und δ_2 irgend ändern.

Der Einfluß des zweiten Probestammes auf die Holzmasse ist, absolut genommen, gleich demjenigen des dritten, wenn sich deren Fehler δ_1 und δ_2 im Mittel auf den Fehler δ des ersten Stammes ergänzen.

Setzt man z. B. $\delta = 3$, $\delta_1 = 2$, $\delta_2 = 4$, wo $\frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \delta$, so ist (a) $= +\,{}^3/_6$, (b) $= -\,{}^3/_6$ und setzt man $\delta = 3$, $\delta_1 = 4$, $\delta_2 = 2$, so ist (a) $= -\,{}^3/_6$, (b) $= +\,{}^3/_6$.

Jedenfalls bestimmt der erste Probestamm schon bis zu einem gewissen Grade den Holzgehalt einer Stammgruppe richtig.

Selbst wenn innerhalb einer solchen bei gleicher Stärke und Höhe z. B. Formzahldifferenzen von 0,3 bis 0,7 vorkommen sollten — (größere Differenzen dürften doch als Ausnahmsfälle anzusehen sein) —, so werden sich zwischen diesen beiden Extremen die Formzahlen der übrigen Stämme in den meisten Fällen so einordnen, daß ihr Mittel annähernd $= 0{,}5$ sein wird.

Unterstellt man dieses Verhalten und nimmt weiterhin an, ein Taxator würde bei Auswahl seines ersten Probestammes einen jener extrem geformten Stämme von der Reductionszahl 0,3 oder 0,7 treffen, so wäre der Fehler an diesem Factor doch erst $= (0{,}5 - 0{,}3)$ oder $= (0{,}5 - 0{,}7)$, d. h. absolut $= 0{,}2$ und der Holzmassenfehler $=$

$$\text{n . g . h . } 0{,}5 - \text{n . g . h } (0{,}5 \pm 0{,}2) = \mp \text{n . g . h . } 0{,}2$$

d. h. die Holzmasse würde durch den ersten Probestamm bereits auf 60 % richtig bestimmt und es bleibt für alle etwa folgenden Probestämme nur die Aufgabe, die gefundene Holzmasse um 40 % der wirklich vorhandenen zu corrigiren.

Da jedoch meistens schon der erste Probestamm in Folge sorgfältiger Auswahl dem wirklichen Mittel viel näher liegen wird, so erscheint die Wirkung aller folgenden Probestämme noch mehr reducirt[1].

[1] Uebrigens drängt sich die Frage auf, ob bei Bestimmung des Holzgehaltes einer Stammgruppe die ersten richtigen 20 Procent der Masse principiell die nämliche Bedeutung haben wie die letzten 20 Procent, welche das Resultat zu einem absolut genauen machen? oder ob nicht bei der suc-

Digitized by Google

Aus der Wirkung eines Stammes ließe sich umgekehrt auf den Grad seiner Qualification zum Probestamm schließen.

Denn wenn z. B., wie vorhin supponirt worden war, ein erster Probestamm 60 % der wirklichen Holzmasse liefert, und der zweite Probestamm den Fehler von 40 % auf 20 % herabgemindert hat, so folgt, daß dieser zweite Stamm ein richtiger Modellstamm gewesen ist. Seine Wirkung für das Gesammtresultat ist = $^1/_3$ derjenigen des ersten Stammes; beide Stämme zusammen haben den Fehler des ersten Probestammes halbirt. Denn da

100 = richtige Holzmasse,
60 = Holzmasse aus dem ersten Probestamm,
80 = Holzmasse aus beiden Probestämmen,
x = Holzmasse aus dem zweiten Probestamm allein,

so hat man

$$80 = 100 - \frac{(100 - 60) + (100 - x)}{2}, \text{ woraus } x = 100,$$

d. h. in diesem Falle würde der zweite Probestamm für sich allein die richtige Holzmasse geliefert haben; er ist wahrer Mittelstamm.

Nach allen vorstehenden Erwägungen muß man dem ersten Probestamm eine hervorragende Bedeutung zusprechen, für alle übrigen Probestämme aber einen um so geringeren Einfluß annehmen, je richtiger der erste Probestamm ist.

Wie sich dieser Einfluß relativ und absolut beim zweiten, dritten, n^{ten} Probestamm gestaltet, läßt sich nicht a priori entscheiden, weil man die Art und Größe der Fehler, mit denen sie behaftet sind, nicht kennt.

Wenn die Beträge, um welche die nach einander hinzutretenden Probestämme die Holzmasse ändern, eine stetig abnehmende Reihe darstellten, sich also der Einfluß derselben fortwährend verringerte, so würde man bei fortschreitender Vermehrung der Probestämme sehr bald an einer Grenze ankommen, wo die Verbesserung des Resultates im Vergleich zu dem durch neue Probestämme bedingten Mehraufwand an Zeit und Arbeit zu unbedeutend würde, um beachtet zu werden. Diese Grenze würde je nach dem verlangten Genauigkeitsgrade früher oder später erreicht.

---

cessiven Annäherung derjenige Schritt, welcher uns gerade die vorausbestimmte Grenze der Genauigkeit erreichen läßt, so daß vorher das Ergebniß unbrauchbar war, von da ab brauchbar ist, eine hervorragende Bedeutung hat?

Die Discussion hierüber soll vorläufig ausgesetzt bleiben.

Digitized by Google

So regelmäßigen Verlauf hat die Sache jedoch in Wirklichkeit nicht; wir mußten vielmehr häufig wechselnden Einfluß folgender Probestämme constatiren, entspringend aus den regellosen Verschiedenheiten der Baumform.

Immerhin wird im Großen und Ganzen die Annahme zutreffen, daß diejenigen Probestämme, welche zu dem erstgewählten zunächst hinzutreten, eine raschere Aenderung im Resultat erzielen werden als später folgende, weil

> jeder folgende Stamm nur insoweit wirksam werden kann, als er von dem Mittel aller schon vorhandenen Stämme abweicht, und sich dieser Betrag der Abweichung bei der Durchschnittsberechnung auf ihn und alle vor ihm vorhandenen Stämme gleichmäßig vertheilt.

Je mehr Stämme bei dieser Vertheilung participiren, um so kleiner die einzelnen Theile, d. h. um so kleiner die Wirkung, die ein neu hinzutretender Probestamm auf das Resultat übt. Man sieht überdieß, wie mit zunehmender Probestammzahl ein neuer Stamm eine immer größere Abweichung vom Mittel mitbringen muß, wenn sich sein Einfluß auf das Rechnungsergebniß höher gestalten soll, als derjenige irgend eines früher hinzugetretenen.

Der Fall, daß letzteres geschieht, kommt jedoch gleichwohl vor, und es fragt sich nur, ob er häufig genug eintritt, um jenem Satze von der abnehmenden Wirkung der Probestämme den Character einer Regel zu nehmen.

Die weitere Untersuchung kann nicht wohl erfolgen, ohne daß man die Art der zu einer Stammgruppe vereinigten Stämme und ihre Tauglichkeit, als Probestämme zu dienen, näher betrachtet.

Dies führt zunächst zu einem weiteren Punkte:

B. Die Wahrscheinlichkeit eines richtigen Resultates und deren Abhängigkeit von der Zahl der Probestämme.

1. Allgemeines.

Die Fällung, bez. Ausmessung sämmtlicher Stämme einer Stammgruppe liefert deren Holzmasse absolut genau, — (abgesehen natürlich von Ungenauigkeiten des angewendeten Kubirungsverfahrens, wie solche theils in Mängeln der benutzten Instrumente, theils in den sog. Beobachtungsfehlern ihre Ursache haben).

Probestämme dagegen liefern, ihre Zahl mag klein oder groß sein, im Allgemeinen für die Holzmasse der Stammgruppe nur

Digitized by Google

einen Näherungswerth, können jedoch unter günstigen Bedingungen auch das richtige Resultat ergeben.

Wir hatten zwischen den n Stämmen einer Gruppe und dem Probestamm derselben die Relation

$$n \cdot g \cdot h \cdot f = g_1 h_1 f_1 + g_2 h_2 f_2 + \ldots + g_n h_n f_n$$

und unterstellt man

$$g \cdot h = g_1 h_1 = g_2 h_2 = \ldots = g_n f_n ,$$

so wird

$$n \cdot f = f_1 + f_2 + \ldots + f_n$$

Wählt man einen Probestamm aus, so muß derselbe, um ein richtiges Resultat zu geben, die Formzahl besitzen

$$f = \frac{f_1 + f_2 + \ldots f_n}{n}$$

Wählt man a Probestämme mit den Formzahlen f_1, $f_2 \ldots f_a$, so muß ebenwohl sein

$$\frac{f_1 + f_2 + \ldots f_a}{a} = f = \frac{f_1 + f_2 + \ldots f_n}{n}$$

Wären f_1, f_2, $\ldots f_n$, d. h. die Formzahlen der einzelnen Bäume bekannt, so ließe sich das f des Probestammes sofort berechnen, und wenn man außerdem im Stande wäre, dieses letztere im Bestande aufzufinden, so wäre die Auswahl des richtigen Probestammes gesichert.

Beide Voraussetzungen treffen aber nicht zu.

Die Möglichkeit, in einem Bestande Stammgruppen zu bilden, deren einzelne Bäume neben gleicher Stärke und Höhe auch gleiche Formzahl besitzen, ist ausgeschlossen, selbst wenn man allein die Schaftformzahl berücksichtigen wollte.

Ob nun bei Auswahl nur eines Probestammes mit Wahrscheinlichkeit ein Stamm getroffen wird, welcher den Holzgehalt so richtig liefert, daß die als zulässig angenommene Fehlergrenze nicht überschritten wird, hängt, außer von der Gesammtstammzahl, ab

1) von der mehr oder minder großen Verschiedenheit der Formzahlen innerhalb der Stammgruppe;
2) von der Anzahl derjenigen Stämme in der Gruppe, deren Formzahl höchstens eine der Fehlergrenze gerade entsprechende Abweichung von der mittleren Formzahl hat;
3) von der leichteren oder schwierigeren Erkennbarkeit der unter 2 genannten Stämme.

ad 1. Je geschlossener und regelmäßiger erwachsen ein Bestand ist, um so weniger werden, wie wir bereits gesehen haben, die Formzahlen innerhalb einer Gruppe von n Stämmen differiren. Es

Digitized by Google

handelt sich natürlich nur um die prädominirende Holzmasse, was schon in der Annahme gleicher Höhe ausgedrückt ist.

Einzelne extreme Werthe kommen immer vor. Sieht man von diesen ab, so wird im Allgemeinen die Differenz ($f_n - f_1$) = größte minus kleinste Formzahl mit wachsender Regelmäßigkeit der Bestandesbeschaffenheit abnehmen; und wenn man sich zwischen f_1 und f_n die übrigen Formzahlen in stetiger Reihe steigend eingeordnet denkt, so wird die Differenz zwischen den einzelnen Gliedern ebenwohl um so geringer, je kleiner ($f_n - f_1$).

Immer wird unter solcher Voraussetzung höchstens ein Stamm in der Gruppe vorhanden sein, welcher die mittlere Formzahl aller Stämme besitzt — (wir haben ja überhaupt nur Stämme von verschiedener Formzahl!) —; in vielen Fällen fehlt ein solcher gänzlich, indem er als Ergebniß der Rechnung zwischen 2 Stämme, nämlich denjenigen mit der nächsthöheren und denjenigen mit der nächstniedrigeren Formzahl, fällt.

Denn unterstellt man z. B. die n Formzahlen f_1 bis f_n bildeten eine arithmetische Reihe

$$f_1,\ f_1 + \delta,\ f_1 + 2\delta,\ \ldots\ f_1 + (n-1)\,\delta,$$

so ist die Summe

$$S = [f_1 + f_1 + (n-1)\,\delta]\,\frac{n}{2} = n \,.\, f_1 + \frac{n\,(n-1)\,\delta}{2}$$

und die mittlere Formzahl $= f_1 + \frac{n-1}{2} \,.\, \delta = f$

Der Stamm mit dieser mittleren Formzahl f wird im Bestande vorhanden sein, wenn $\frac{n-1}{2}$ eine gerade Zahl, d. h. wenn n ungerad ist.

Die Formzahlen könnten nach irgend einem anderen Gesetz zunehmen; jedoch ist die Unterstellung einer solchen Regelmäßigkeit eine durchaus willkürliche und deshalb ohne praktischen Werth. Es liegt insbesondere kein Grund vor, weshalb nicht Stämme von gleicher Formzahl im Bestande vorkommen sollten.

Je geringer die Differenzen der einzelnen Formzahlwerthe unter einander sind, um so kleiner ist offenbar die Menge derjenigen Stämme, deren Inhalt von dem richtigen Mittel um mehr als den zulässigen Maximalprocentsatz abweicht. Durch letzteren sind ab- und aufwärts von dem wahren Mittelstamme die Grenzwerthe bestimmt. Es ist denkbar, daß alle oder wenigstens die Mehrzahl aller Stämme innerhalb dieser Grenzen fällt.

Digitized by Google

ad 2. Je größer die Anzahl der betreffenden Stämme ist, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, bei Auswahl des ersten Probestammes sofort einen derselben zu treffen. Diese Abhängigkeit ist durch einfache Proportionalität bezeichnet. Dabei wird von der besonderen Grschicklichkeit des Taxators ganz abstrahirt, da die Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit derselben in keinerlei Zusammenhang gebracht werden können. Für die Leistungen verschiedener Taxatoren oder die verschiedenen Leistungen des nämlichen Taxators unter wechselnden Verhältnissen gibt es kein Gesetz.

Wahrscheinlich ist die Annahme durchweg zutreffend, daß innerhalb einer Stärkeclasse die Formzahlen in Bezug auf die Häufigkeit ihres Vorkommens eine ähnliche Reihe darstellen, wie sie sich für die Stammzahlen der einzelnen Stärkeclassen eines ganzen Bestandes beim Kluppiren ergibt. Eine solche Analogie liegt wenigstens sehr nah.

Es würden dann je den extremsten Formzahlwerthen die wenigsten Stämme zufallen, während den mittleren Werthen (analog den mittleren Durchmesserclassen im Bestande) die weitaus meisten Stämme angehören.

Je stärker aber die Mittelclassen vertreten sind, um so leichter wird die Auswahl eines Probestammes von mittlerer (d. h. innerhalb der Grenzwerthe belegenen) Formzahl, um so auffallender wird sich die geringere Zahl vorhandener extremer Formen von jenen Mittelformen abheben, und um so geringere Geschicklichkeit wird also auch erforderlich sein, um die untauglichen Exemplare bei der Auswahl zu vermeiden.

Formzahlreihen von Stämmen gleicher Stärke und Höhe, die durch sorgfältige Messung festgestellt wären, müßten das betr. Verhalten zweifellos nachweisen. Solche stehen dem Verfasser im Augenblick nicht zur Verfügung. Sie sind aber jedenfalls schon in größerer Zahl vorhanden, denn sie werden z. B. in ausgiebigster Weise zum Zweck der Aufstellung von Massentafeln gewonnen.

Verfasser hat in einem mäßig geschlossenen, angehend haubaren Fichtenbestande sämmtliche Stämme von 20 Centimeter Durchmesser (1,3 Meter über dem Boden) gefällt und durch sectionsweise Kubirung (Sectionen von 1 Meter Länge] nachstehende Reihe der Schaftformzahlen gefunden:

Digitized by Google

Formzahl.	Anzahl der Stämme.	
0,43	1	
0,44	1	
0,45	1	
0,47	1	
0,48	4	
0,49	2	Mittlere
0,50	4	Formzahl
0,51	3	= 0,51
0,53	1	
0,54	4	
0,55	1	
0,56	2	
0,57	1	
0,60	1	
Summa	27	

Ein solch einzelnes Beispiel kann selbstverständlich nicht als Beweis dienen, zumal die Stammzahl, auf welche sich die Untersuchung erstreckt hat, eine zu geringe war.

Aber immerhin liegt die Sache auch in diesem speciellen Falle so, daß ein Zunehmen der Stammzahlen — wenn auch kein ausnahmsloses oder gesetzmäßiges — gegen die mittlere Formzahl hin von beiden Seiten aus ersichtlich ist.

Wollte man ein bis auf 10 % genaues Aufnahmsresultat, so wären alle Stämme mit den Formzahlen 0,46 bis 0,56 als Probestämme tauglich, mithin 22 von im Ganzen 27 Stück. Die Wahrscheinlichkeit, sofort einen solchen zu treffen, wäre dann $= \frac{22}{27}$.

ad 3. Die leichtere Erkennbarkeit der als Probestämme tauglichen Exemplare kommt lediglich dem Taxator zu gut, indem derselbe bei beträchtlicheren Formabweichungen mit geringerer Mühe sofort eine Anzahl von Stämmen am oberen und unteren Ende der Reihe von der Concurrenz bei der Wahl des Probestammes ausschließt.

2. Die Bedingungen für ein absolut richtiges Resultat der Berechnung.

Diese müssen zunächst näher untersucht werden.

Die Wahrscheinlichkeit, bei Auswahl eines Probestammes einen richtigen Mittelstamm zu finden, ist = a/n, worin a die in der

Digitized by Google

Gruppe vorhandene Anzahl solcher Mittelstämme, n die Gesammtstammzahl bedeutet.

Unterstellt man, um einen Ausgangspunkt für die Betrachtung zu gewinnen, das Steigen der Formzahlen einer Stammgruppe in obiger arithmetischer Reihe, so ist nur der einzige Stamm mit der Formzahl $\left(f_1 + \frac{n-1}{2} \cdot \delta\right)$ als Probestamm geeignet. Sofern das Aufsuchen dieses einen wahren Modellstammes ganz dem Zufall überlassen bleibt, ist die Wahrscheinlichkeit ihn zu finden $= 1/n$, die Wahrscheinlichkeit einen falschen Stamm zu erhalten $= \frac{n-1}{n}$.

Da jedoch ein geübter Taxator in dem vorhin ad 3 angedeuteten Sinne meist einen Theil der n Stämme sofort ganz über Bord werfen wird, so kann unter Umständen eine sehr wesentliche Beschränkung der überhaupt möglichen Fälle bez. Verkleinerung des Nenners in obigem, die Wahrscheinlichkeit des richtigen Resultates bezeichnenden Bruche) eintreten, ohne daß man im Stande wäre, hierfür ein bestimmtes Maß anzugeben. Die individuellen Eigenschaften des Taxators sind hier entscheidend.

Ist der wahre Modellstamm gefunden, so kann, wie wir bereits oben gesehen haben, durch Vermehrung der Probestämme das Resultat niemals richtiger werden.

Dasselbe wird vielmehr immer falsch, so oft das Mittel der hinzutretenden Stämme nicht genau gleich dem ersten Probestamm ist.

Mithin darf man, wenn man in der angenommenen Reihe zwei Probestämme auswählt, darunter niemals den einzigen wahren Modellstamm haben, muß vielmehr zwei von letzterem gleichweit entfernt stehende (mit den Fehlern $+\delta$ und $-\delta$ behaftete) Stämme herausgreifen.

Wählt man drei Modellstämme, so ist entweder der richtige unter ihnen oder nicht.

Im ersten Falle gilt für die beiden anderen die soeben für die Auswahl von 2 Probestämmen gestellte Bedingung gleich weiten Abstandes ihrer Formzahl von derjenigen des Mittelstammes.

So combinirt und complicirt sich die Sache weiter für eine größere Anzahl von Probestämmen.

So oft man mehr als einen Probestamm nimmt, ist nur die Auswahl des ersten im Allgemeinen [1] vollkommen willkürlich, während

[1] Fälle, wo auch der erste Stamm nicht ganz willkürlich gewählt werden kann, finden wir später.

Digitized by Google

die folgenden stets so zu suchen sind, daß sie den Fehler des ersten compensiren.

Gesetzt man habe die Formzahlreihe:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

Das Mittel ist = 6, man wolle 3 Probestämme wählen. Dieselben müssen die Formzahlsumme $3 \times 6 = 18$ haben. Wählt man also z. B. als erſten Stamm denjenigen mit der Formzahl 8, so kann der zweite Stamm nicht größer sein als 9, weil $8 + 9$ bereits $= 17$. Außer Stamm 10 und 11 ist auch noch Stamm 2 bei der Wahl des zweiten Stammes ausgeschlossen; denn $8 + 2 = 10$; zu 10 fehlt aber, weil Stamm 8 bereits ausgeschieden ist, der Ergänzungsstamm auf 18. Alle Stämme außer 2, 10 und 11 sind wählbar; die Wahrscheinlichkeit einen als zweiten Probestamm passenden zu finden, ist also, nachdem Stamm 8 bereits ausgeschieden ist, $= {}^{7}/_{10}$.

Greift man nun z. B. Stamm 3 als zweiten Probestamm, so hat man $8 + 3 = 11$ und Stamm 7 muß unbedingt der dritte Probestamm sein, wenn ein richtiges Resultat hervorgehen soll. Die Wahrscheinlichkeit diesen unter den 9 noch übrigen Stämmen zu finden ist $= {}^{1}/_{9}$.

Die Bedingungen für die Brauchbarkeit der einzelnen Stämme nehmen also hier successive ab.

Sind unter n Stämmen einer Gruppe zwei, welche das richtige Mittel f repräsentiren, so ist

a. bei Auswahl nur eines Probestammes die Wahrscheinlichkeit einen jener mittleren Modellstämme zu erhalten $= {}^{2}/_{n}$;

b. bei Auswahl von zwei Probestämmen ist

α. die Wahrscheinlichkeit beide mittlere Modellstämme zu treffen $= \frac{2}{n} \cdot \frac{1}{n-1} = \frac{2}{n\,(n-1)}$.

β. Die Zahl der Fälle, in welchen sich zwei Modellstämme, deren jeder für sich kein richtiger Mittelstamm ist, auf das richtige Mittel ergänzen können, ist zunächst davon abhängig, ob und wie viele Stämme vorhanden sind, deren Formzahl größer als $(2\,f - f_1)$ ist, worin f die mittlere, f_1 die kleinste Formzahl bedeutet.

Diese Stämme sind nämlich überhaupt nicht als Probestämme tauglich, weil für sie kein Ergänzungsstamm in der Gruppe vorhanden sein kann.

Das nämliche gilt von den Stämmen, deren Formzahl

Digitized by Google

kleiner als $(2f - f_n)$ ist, wenn f_n die größte Formzahl darstellt.

Alle diese Stämme sind also schon von vornherein bei Auswahl des ersten Probestammes auszuschließen. Ist ihre Anzahl $= a$, so bleiben noch $(n - a)$ Stämme übrig, von denen jeder beliebige von einer Formzahl f_α als erster Probestamm wählbar ist, fofern für ihn nur ein Ergänzungsstamm mit der Formzahl f_β vorhanden ist derart, daß $\frac{f_\alpha + f_\beta}{2} = f$ ist. Von n Stämmen einer Gruppe sind überhaupt $\frac{n \cdot n - 1}{1 \cdot 2}$ Combinationen zu je 2 Stämmen möglich. Hat man unter diesen z Fälle, in welchen sich die 2 Stämme zum richtigen Mittel ergänzen, so hat man $\left(\frac{n \cdot n - 1}{1 \cdot 2} - z\right)$ Fälle, in welchen dies nicht geschieht und die Wahrscheinlichkeit ein richtiges Mittel zu finden ist

$$W = \frac{z}{\frac{n \cdot n - 1}{2}} = \frac{2z}{n \cdot n - 1'}$$

Die Wahrscheinlichkeit ein falsches Mittel zu finden

$$W_1 = \frac{\frac{n \cdot n - 1}{2} - z}{\frac{n \cdot n - 1}{2}} = \frac{n \cdot n - 1 - 2z}{n \cdot n - 1}$$

Fingirt man folgendes, in seinen Größenangaben ohne jede Rücksicht auf thatsächliche Verhältnisse construirte Beispiel:

Man hat 20 Stämme von gleichem g und h und zwar

Stamm Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mit der Formzahl	1	1	2	3	3	3	4	5	5	6	6	8

Stamm Nr.	13	14	15	16	17	18	19	20
mit der Formzahl	8	12	13	14	15	16	17	18,

so ist die mittlere Formzahl $= \frac{f_1 + f_2 + \cdot + f_n}{n} = \frac{160}{20} = 8$;

Stämme mit einer Formzahl $> (2f - f_1)$, d. h. > 15 sind die Nr. 18, 19, 20. Diese 3 Stämme sind also, da für sie durch einen zweiten Probestamm keine Ergänzung auf den Mittelwerth möglich ist, als Probestämme überhaupt untauglich. Stämme mit einer Formzahl $< (2f - f_n)$, also $< (- 2)$ kommen nicht vor.

Für die Wahl des ersten Probestammes bleiben also noch 17 mögliche Fälle, welche sich jedoch noch weiter reduciren, weil nicht

Digitized by Google

für jeden dieser 17 Stämme ein Ergänzungsstamm vorhanden ist. Ein solcher fehlt für

Stamm Nr. 8, 9, 10 und 11;

Mithin sind als erster Probestamm nur noch brauchbar die Stämme Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17 = 13 Stämme und die Wahrscheinlichkeit einen solchen zu treffen $= \frac{13}{20}$.

Dann muß unter 19 restirenden Stämmen der zweite Probestamm gewählt werden.

Die Wahrscheinlichkeit diesen richtig zu bestimmen ist abhängig von der Zahl der Ergänzungsstämme, welche für den erstgewählten Stamm vorhanden sind; sie ist also z. B. $= 1/19$, im Falle nur 1 solcher vorliegt, und die Wahrscheinlichkeit, daß aus beiden gewählten Stämmen ein richtiges Mittel resultirt, ist dann $= \frac{13}{20} \cdot \frac{1}{19} = \frac{13}{380}$.

Dies Verhalten würde z. B. eintreten, wenn man Stamm Nr. 12 als ersten Probestamm gewählt hätte, für welchen nur Stamm Nr. 13 ergänzt, während, wenn man z. B. Stamm Nr. 15 als ersten gewählt hätte, für welchen die 3 Stämme Nr. 4, 5, 6 ergänzen, die Wahrscheinlichkeit eines richtigen Resultates $= \frac{13}{20} \cdot \frac{3}{19} = \frac{39}{380}$ wäre.

Zwischen diesen nach Gestalt unseres Beispiels extremen Fällen schaltet sich als allgemeiner Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit des richtigen Resultates, gewissermaßen als mittlere Wahrscheinlichkeit, der nach obiger Formel $\left(W = \frac{2z}{n.n-1}\right)$ berechnete Werth $\frac{16}{380}$ ein.

Denn die Zahl aller möglichen Combination ist $= \frac{20.19}{1.2} = 380$, und $z = 8$ (Anzahl derjenigen Fälle, in welchen sich 2 Stämme auf das richtige Mittel ergänzen).

Unter diesen 8 brauchbaren Combinationen ist eine, die aus den beiden wahren mittleren Modellstämmen Nr. 12 und 13 gebildet wird. Die Wahrscheinlichkeit gerade diese Combination zu treffen ist offenbar $= 1/8$ jenes allgemeinen Werthes, also $= \frac{2}{380}$, was mit der, oben für diesen speciellen Fall aufgestellten Formel $\frac{2}{n.n-1} = \frac{2}{20.19}$ übereinstimmt.

Digitized by Google

Die Wahrscheinlichkeit bei Auswahl nur eines Probestammes ein richtiges Resultat zu erhalten, ist $= \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$.

Es ist aber $^1/_{10} > \frac{16}{380}$, also in dem vorliegenden Falle würde die Auswahl nur eines Probestammes den Vorzug vor der Auswahl von 2 Stämmen verdienen, wobei allerdings nur das etwaige Auftreten von Fehlern überhaupt und nicht deren Größe berücksichtigt ist.

Selbst in dem Falle, daß für den ersten Stamm 2 Ergänzungsstämme vorhanden wären, für welchen sich $\frac{26}{380}$ als Ausdruck der Wahrscheinlichkeit berechnet, ist ein Stamm noch günstiger und erst für 3 Stämme tritt das Verhalten $^1/_{10} < \frac{39}{380}$ ein. Dieser Fall liegt aber unter 13 möglichen nur einmal vor.

Die Wahrscheinlichkeit, daß 2 Stämme ein richtiges Resultat geben, steigt proportional zur Häufigkeit der für den ersten Stamm vorhandenen Ergänzungsstämme.

Das oben discutirte Beispiel mit seinen der Wirklichkeit durchaus widersprechenden Zahlen kann selbstverständlich nichts beweisen, sondern nur als Demonstrationsobject dienen für die Art der Betrachtungen, welche überhaupt angestellt werden können und müssen.

c. Wählt man drei Probestämme mit den Formzahlen f_α, f_β, f_γ, so muß sein $f = \frac{f_\alpha + f_\beta + f_\gamma}{3}$.

Von vornherein sind alle Stämme zu Probestämmen untauglich, deren Formzahl größer als $[3f - (f_1 + f_2)]$ ist, worin f_1 und f_2 die beiden kleinsten, oder kleiner als $[3f - (f_{n-1} + f_n)]$ ist, worin $f_{n-1} + f_n$ die beiden größten vorkommenden Formzahlen bedeutet. Denn es muß unbedingt sein $f_\beta + f_\gamma = 3f - f_\alpha$.

Als zweiter Probestamm eignen sich alle Stämme, deren Formzahl nicht $> [3f - (f_\alpha + f_1)]$ und nicht $< [3f - (f_\alpha + f_n)]$ ist, worin f_1 und f_n die kleinste, resp. größte der nach Auswahl von f_α noch vorhandenen Formzahlen bedeuten, — vorausgesetzt, daß sich ein Ergänzungsstamm von der Formzahl $f_\gamma = [3f - (f_\alpha + f_\beta)]$ vorfindet.

Hiernach complicirt sich der Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit eines richtigen Resultates.

Wir haben gesehen, daß das richtige Resultat in erster Linie davon abhängig ist, ob viel oder wenig wahre Modellstämme in der

Digitized by Google

betr. Gruppe vorhanden sind, und ob die Zahl der Combinationen mehrerer Stämme, welche ein richtiges Mittel ergeben, groß- oder klein ist.

Allgemein läßt sich nun weder die Anzahl der wahren Modellstämme, noch die Anzahl jener brauchbaren Combinationen feststellen. Wir müssen also, — und das ist zunächst ein negatives Ergebniß unserer Untersuchung, — vorerst vollständig darauf verzichten, die Wahrscheinlichkeit eines absolut richtigen Resultates zu fixiren!

Die Zahl wahrer Modellstämme ist vermuthlich stets kleiner als diejenige der falschen; daß aber die Zahl derjenigen Combinationen, welche eine Ergänzung auf das richtige Mittel liefern, ebenfalls stets kleiner sei als die Zahl derer, welche dies nicht thun, kann nicht ohne Weiteres behauptet werden, sondern es ist das Verhältniß zwischen beiden ein vielfach wechselndes.

Wir haben demgemäß auch kein Urtheil darüber, ob für eine bestimmte Anzahl von Probestämmen die Wahrscheinlichkeit eines richtigen Resultates größer ist als diejenige eines falschen.

Bei unseren Holzmassenaufnahmen wird aus Gründen, deren Auseinandersetzung überflüssig ist, die Erzielung eines Näherungswerthes, dessen zulässige Maximalabweichung von dem richtigen Ergebniß normirt wird, für genügend erachtet. Hierdurch erweitert sich der Kreis von brauchbaren Probestamm-Combinationen mehr oder weniger. Uebrigens darf man dabei nicht vergessen, daß in der Acceptirung eines Näherungswerthes nur eine Concession an die Unvollkommenheit unserer Aufnahmsmittel erblickt werden muß, während in der Theorie immer nur das absolut richtige Resultat als Maßstab gelten darf.

Es kommt zunächst offenbar darauf an zu untersuchen, ob und in welchem Maße mit Vermehrung der Probestammzahl eine Annäherung an den richtigen Werth erfolgt oder ob, präciser ausgedrückt, die Wahrscheinlichkeit diesen zu erhalten im Allgemeinen größer wird, wenn man mehr Probestämme auswählt.

Man muß davon ausgehen, daß absolute Genauigkeit vorliegt, wenn man alle Stämme als Probestämme kubirt.

Diesem einen extremen Falle steht andererseits die Kubirung nur eines Probestammes gegenüber; überhaupt können nacheinander

Digitized by Google

so viele Probestämme combinirt werden, als Stämme in der Gruppe vorhanden sind.

Zunächst muß es mindestens als wahrscheinlich angenommen werden, daß eine Vermehrung der Probestämme das Rechnungsergebniß dem wahren Werthe immer näher bringt. Ist doch z. B. nicht zu vermuthen, daß, wenn n sehr groß ist und überdieß extreme Stammformen bereits ausgeschieden sind, das Mittel aus $(n-1)$ Stämmen sehr weit von dem Mittel aus n Stämmen abweicht, obwohl Uebereinstimmung beider Mittel allgemein nicht eintritt (es müßte denn zufällig der n^{te} Stamm ein wahrer Mittelstamm sein).

In bestimmten Fällen tritt schon durch den zweiten Probestamm eine Verbesserung des durch den ersten Probestamm begangenen Fehlers ein, nämlich immer dann, wenn entweder

a. der Fehler δ_2 des zweiten Probestammes das entgegengesetzte Zeichen desjenigen des ersten Stammes (δ_1) hat und zugleich dem absoluten Werthe nach δ_2 noch nicht $= 3\delta_1$ ist; oder

b. der Fehler δ_2 des zweiten Stammes zwar gleichartig mit demjenigen des ersten (δ_1) ist, aber die Relation $\delta_2 < \delta_1$ besteht.

Man hat

ad a: den Grenzfall $3\delta_1 = -\delta_2$ und

$$\frac{\delta_1+\delta_2}{2} = \frac{\delta_1-3\delta_1}{2} = -\delta_1, \text{ d. h.}$$

absolut genommen den nämlichen Fehler, nur nach der entgegengesetzten Seite, und

ad b: den Grenzfall $\delta_2 = \delta_1$, d. h. $\frac{\delta_1+\delta_2}{2} = \delta_1$, so daß keine Aenderung eingetreten ist.

Z. B. ad a. Hat man 100 Stämme mit einem mittleren Inhalt von 1 Festmeter und man wählt als ersten Probestamm einen solchen mit einem Fehler $= +0{,}2$, so darf der zweite Probestamm einen Fehler bis zu $-0{,}6$ haben, ohne daß sich der absolute Betrag des Massenfehlers vergrößert. Denn aus dem ersten Stamme berechnet sich die Masse

$$m = 1{,}2 \times 100 = 120 \text{ Festmeter anstatt } 100;$$

aus dem ersten und zweiten Stamm zu

Digitized by Google

$100 \left(\frac{(1 + 0{,}2) + (1 - 0{,}6)}{2}\right) = 100 \times 0{,}8 = 80$ Festmeter,

der Fehler ist in beiden Fällen = 20 Festmeter.

In jedem unter (a) und (b) nicht begriffenen Falle verschlechtert der hinzutretende Probestamm das Resultat.

Dies würde bei stetig zunehmender Probestammzahl in auffallendster Weise z. B. dann stattfinden, wenn man zufällig als ersten Probestamm denjenigen mit dem geringsten positiven Fehler treffen und demselben successive Stämme mit immer zunehmenden positiven Fehlern zugesellen würde.

Jedoch würde man selbst in diesem ungünstigsten Falle an einer Grenze anlangen, von welcher ab durch weitere Vermehrung der Probestämme das Resultat nur noch besser werden könnte. Diese Grenze wäre erreicht, sobald der letzte Stamm mit positivem Fehler vergriffen ist, indem nun jeder weitere Probestamm nur aus der Zahl der mit negativem Fehler behafteten Stämme entnommen werden kann. Je mehr von diesen letzteren man zufügt, um so richtiger wird das Resultat.

Für den dritten Probestamm gelten in Bezug auf die Frage, ob er das Resultat der beiden ersten verbessert oder nicht, dieselben Gesetze wie für den Einfluß des zweiten Probestammes auf das durch den ersten gelieferte Resultat; nur tritt nunmehr an Stelle des Fehlers δ_1, mit dem der erste Probestamm behaftet war, der mittlere Fehler $\frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ der beiden ersten Probestämme.

Ebenso wird sich der Fehler δ_4 eines vierten Probestammes mit dem mittleren Fehler $\frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{3}$ der 3 ersten Probestämme combiniren u. s. w.

Ist nun die Zahl derjenigen Fälle, in welchen durch Hinzukommen eines neuen Probestammes eine Verbesserung des Resultates eintritt größer oder kleiner als die Zahl derer, in welchen dies nicht geschieht?

In der Entscheidung dieser Frage liegt zugleich die präcise Antwort auf die weitere, ob bezüglich der Erzielung einer richtigeren Holzmasse eine Vermehrung der Probestämme dienlich ist oder nicht.

Bevor jedoch dies festgestellt wird, seien einige allgemeine Bemerkungen eingeschaltet, die für die Behandlung der ganzen Sache maßgebend sein dürften.

Die Bestimmung der Holzmasse einer Stammgruppe durch mehrere

Digitized by Google

Probestämme, wobei aus diesen ein Mittelwerth genommen wird, zeigt offenbar eine gewisse Analogie mit der Bestimmung irgend einer Größe der Geodäsie durch mehrmaliges Messen derselben, mit der Feststellung eines Resultates der Physik, Mechanik, Chemie 2c. durch öftere Wiederholung des nämlichen Versuches.

Aber diese Analogie ist keine vollständige.

Indem man z. B. die wahrscheinlichste Länge einer mehrfach gemessenen Strecke oder die wahrscheinlichste Größe eines mehrfach gemessenen Winkels *nach der Methode der kleinsten Quadrate* bestimmt und dabei, wenn es sich um Ausgleichung directer Beobachtungen von gleicher Genauigkeit handelt, auf *das arithmetische Mittel* aus den verschiedenen Beobachtungsresultaten geführt wird; indem man weiter zu den Sätzen gelangt, daß

die mittlere Abweichung a vom arithmetischen Mittel der Quadratwurzel aus der Zahl der Positionen (Beobachtungen) umgekehrt proportional und

die Genauigkeit (= 1/a) des arithmetischen Mittels der Quadratwurzel aus der Zahl n der Beobachtungen direct proportional ist, 2c. —

geht man von der Voraussetzung aus, daß die verschiedenen Positionen frei sind von allen nicht zufälligen, von allen ihrer Größe nach bestimmbaren Fehlern (z. B. Fehlern, die in der Construction der Instrumente liegen u. a.) und nur noch behaftet sind mit den stets unvermeidlichen sog. Beobachtungsfehlern, deren absolute Größe man nicht kennt und die ebenso gut positiv als negativ sein können.

Man kann nach vorstehenden Sätzen die Genauigkeit eines Resultates beliebig steigern, indem man die Zahl der (mit gleichbleibender Sorgfalt auszuführenden) Messungen, aus denen man jenes als Mittel ableitet, in quadratischem Verhältniß vermehrt. Um bei Messung eines Winkels mit dem nämlichen Theodolithen die doppelte, dreifache 2c. Genauigkeit zu erzielen, muß man die Zahl der Messungen vervierfachen, verneunfachen 2c.

Dabei ist festzuhalten, daß jede einzelne Messung das richtige Resultat liefern *kann*, obwohl sie dasselbe allgemein nicht wirklich liefert.

Wenn man nun die einzelnen Probestämme einer Stammgruppe hinsichtlich ihres Einflusses auf die Bestimmung des richtigen Mittelwerthes ebenso auffassen darf, wie z. B. die einzelnen Werthe, welche die verschiedenen Messungen eines Winkels ergeben haben, so muß

Digitized by Google

sich das Resultat der Holzmassenberechnung um so richtiger gestalten, je mehr Probestämme man kubirt und zwar muß die Genauigkeit steigen im Verhältniß der Quadratwurzel aus der Probestammzahl.

Setzt man die bei der Ausmessung aller n Stämme erzielte absolute Genauigkeit = 1, so müßte nach diesem Satze eine Probestammzahl $\frac{n}{a}$ die Genauigkeit $\frac{1}{\sqrt{a}}$ liefern; 1 Probestamm $\left(= \frac{n}{n}\right)$ gäbe die Genauigkeit $\frac{1}{\sqrt{n}}$, oder man erhält, wenn man von 100 Stämmen einer Gruppe nimmt

Probestämme:	1	1,23	1,56	2,04	2,77	4	6,25	11,11	25	100
die Genauigkeit:	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1

Hierin wäre auch in Bezug auf die Genauigkeit die größere Bedeutung des ersten Probestammes im Vergleich zu allen übrigen ausgesprochen.

Es wäre überdieß in diesem Gesetze sofort die allgemeine Norm gewonnen, nach welcher alle oben aufgeworfenen Fragen ihre Lösung zu finden hätten.

Hätte man z. B. festgestellt, welche Genauigkeit durch Auswahl von 3 Probestämmen erreicht wird so wüßte man, welchen Effect die Mehrung der Probestämme auf 9, 27 ꝛc. hätte und könnte auch mit diesem größeren Effect sofort den größeren Aufwand in Relation setzen, um über die Frage nach der Vortheilhaftigkeit einer größeren Probestammzahl im Sinne der Rentabilität zu entscheiden.

Gegen eine solche vollständige Analogie scheinen jedoch mehrfache Bedenken vorzuliegen, welche kurz angedeutet werden müssen:

1. Bei einer Winkelmessung, — um dies Beispiel zum Vergleich festzuhalten, — kann die Genauigkeit durch Mehrung der Aufnahmen beliebig gesteigert werden, ohne daß der wahre Werth jemals wirklich erreicht wird; alle gefundenen Werthe, wir mögen noch so oft messen, haben principiell nur den Character von Näherungswerthen, wenn dieselben auch für die Zwecke der Praxis unter Umständen dem wahren Werth gleichgesetzt werden dürfen.

Bei der Aufnahme einer Stammgruppe mittelst Probestämmen ist die Zahl der Positionen jedoch nicht willkürlich vermehrbar, sondern beschränkt und zwar in der Zahl der überhaupt vorhandenen Bäume der Gruppe. Kubirt man alle diese

Digitized by Google

Bäume, so erhält man unbedingt den wahren Werth und nicht mehr einen Näherungswerth; von Fehlern bei der Auswahl (an die allein hier gedacht wird) kann dann gar nicht mehr die Rede sein; die Genauigkeit ist = 1.

Man hat also im Gegensatz zu der citirten Winkelmessung eine Controle, die man sich durch den Uebergang zu dem extremen Falle, der Messung sämmtlicher Stämme, jederzeit schaffen kann.

2. Nicht jeder Stamm, den man als Probestamm wählt, kann das wahre Mittel der Gruppe darstellen, sondern seine Größe ist unabänderlich gegeben, und keinerlei Sorgfalt der Ausmessung kann ihn dem wahren Modellstamme näher bringen, während jede einzelne Winkelmessung die wahre Winkelgröße wenigstens ergeben kann, indem der Beobachtungsfehler = 0 wird; d. h. man kann aus dem angedeuteten Grunde offenbar die factischen Abweichungen der einzelnen Stämme von dem wahren Mittel nicht unter ganz gleichen Gesichtspunkt bringen mit den sog. Beobachtungsfehlern, deren absoluter Betrag ein schwankender ist.

Diese grundsätzlichen Verschiedenheiten scheinen hinreichende Veranlassung zu bieten, obige Sätze der Methode der kleinsten Quadrate bez. der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht ohne Weiteres auf die Auswahl der Probestämme zu übertragen. Vielmehr bedingt es die eigenthümliche Natur der Bestände, bez. der Einzelindividuen, aus denen sie sich zusammensetzen, daß man aus ihr gewisse Modificationen jener Gesetze abzuleiten sucht, um die beregten Fragen zu lösen.

Wir kehren nach dieser Zwischenerörterung zu der oben gestellten Frage zurück, ob die Zahl derjenigen Fälle, in welchen das Hinzukommen eines neuen Probestammes eine Verbesserung des Resultates bedingt, größer sei als die Zahl derer, in welchen dies nicht geschieht?

Nach allen vorausgegangenen Auseinandersetzungen ist diese Frage zu bejahen.

Man darf annehmen, daß in einer Stammgruppe, wie wir sie im Auge haben, die Formzahlen der einzelnen Stämme um die mittlere Formzahl so gruppirt sind, daß annähernd ebenso viele mit positiver als mit negativer Abweichung von diesem Mittel vorhanden sind, und daß nicht die Zahl der einen Art beträchtlich überwiegt, während die geringere Anzahl der anderen Art durch größeren absoluten Werth der Abweichung paralysirt würde. Ist f die mittlere Formzahl, $(+ \delta_1)$ die mittlere positive Abweichung und n_1 die Anzahl der mit

Digitized by Google

dieser behafteten Stämme; ferner ($-\delta_2$) die mittlere negative Abweichung, n_2 die Zahl der betr. Stämme, so ist, weil sich sämmtliche Formzahlen zum wahren Mittel ergänzen,

$$n_1 \delta_1 = n_2 \delta_2$$

(dem absoluten Werthe nach).

Es ist nicht zu unterstellen, daß unter normalen Verhältnissen δ_1 bedeutend von δ_2 verschieden sei; in Wechselbeziehung hierzu steht die behauptete annähernde Gleichheit von n_1 und n_2. Vorausgesetzt ist natürlich, daß wir in demselben Bestande bleiben, also nicht etwa Stämme zusammenwerfen, die zwar gleiche Höhe und Stärke haben, aber unter ganz verschiedenen Verhältnissen (in Bezug auf Standort, Schluß 2c.) erwachsen sind. Derartige Combinationen sind ja ohnedieß bei jeder vernünftigen Holzmassenaufnahme ausgeschlossen.

Außerdem wird natürlich, was stets betont werden muß, jenes Verhalten um so eher zutreffen, je größer die Stammzahl der betreffenden Gruppe ist.

Sonach wird man, nachdem der erste Probestamm ausgewählt ist, als zweiten mit gleicher Wahrscheinlichkeit einen, in Bezug auf das Vorzeichen des Fehlers, dem ersten entgegengesetzten, wie einen demselben gleichartigen erhalten.

Beide Fälle gewähren die Möglichkeit einer Verbesserung und einer Verschlechterung des Resultates, je nachdem dabei einer der oben (auf Seite 39) unter (a) und (b) aufgeführten Fälle eintritt oder nicht.

Da, wenn der zweite Stamm ein dem ersten entgegengesetztes Vorzeichen hat, eine Verschlechterung des Resultates nur so oft eintritt, als der absolute Betrag der Abweichung desselben mehr als dreimal so groß ist, wie diejenige des ersten Stammes, und da das Eintreten dieses Verhaltens schon voraussetzt, daß von den beiden Stämmen mindestens einer mit einer extremen Formzahl, welche füglich hätte vermieden werden können, ausgewählt worden ist, so ist man wohl zu der Annahme berechtigt,

> daß der größere Theil der Fälle, in welchen das Vorzeichen des Fehlers der beiden Probestämme ein verschiedenes ist, eine Verbesserung des Resultates in Folge Auswahl des zweiten Stammes ergibt.

Ist das Zeichen des beim zweiten Stamme vorliegenden Fehlers das nämliche wie dasjenige beim ersten, so darf im Allgemeinen zunächst Gleichheit der Anzahl derjenigen

Digitized by Google

Fälle, in welchen eine Verbesserung, und derjenigen, in welchen eine Verschlechterung eintrittt, angenommen werden, weil der Fehler des zweiten Stammes ebenso gut kleiner als größer sein kann wie derjenige des ersten. Und nur, wenn der Fehler größer ist, wird ja die Wirkung des zweiten Stammes eine ungünstige. Da sich beide Möglichkeiten die Wage halten dürften, so sind sie nur insofern von Bedeutung für unsre Frage, als sie die relative Häufigkeit der, eine Verbesserung des Resultates herbeiführenden Fälle herabdrücken.

In Summe aller möglichen Fälle liegt aber die Entscheidung wirklich so, daß eine Verbesserung häufiger eintritt als eine Verschlechterung, wonach also die Auswahl eines zweiten Probestammes für möglichste Annäherung an das richtige Resultat wahrscheinlich vortheilhaft ist.

Das Nämliche gilt als Regel, wenn zu zwei Probestämmen ein dritter hinzutritt, nur mit der nicht unwesentlichen Modification, daß nun das Mittel aus den beiden ersten Probestämmen dem wahren Mittel wahrscheinlich schon näher liegt, als der erste Probestamm für sich allein, und daß sich die Abweichung des dritten Stammes von diesem Mittel auf die drei Stämme gleichmäßig vertheilt.

Beide Umstände sind im Sinne einer wahrscheinlichen weiteren Annäherung an das Resultat günstig, und da sich das Verhältniß mit zunehmender Anzahl der Probestämme in analoger Weise immerfort so gestalten wird, daß die Wahrscheinlichkeit einer Verbesserung größer sein wird als diejenige einer Verschlechterung, so kann der Satz als Ergebniß unserer Untersuchung als Regel so ausgesprochen werden, wie er auf Grund ganz allgemeiner Deductionen längst ausgesprochen ist, daß nämlich

> die Genauigkeit des Resultates mit Vermehrung der Probestämme zunimmt.

Damit allein wäre der Beweis für die Richtigkeit der Ansicht geliefert, daß, wo es die Verhältnisse irgend gestatten, eine möglichst große Anzahl von Probestämmen gefällt werden müsse, — vorausgesetzt, daß man überhaupt Werth darauf legt, das Resultat der Holzmassenaufnahme mit der Wirklichkeit in möglichste Uebereinstimmung zu bringen, und sich nicht mit der Erreichung gewisser Grenzwerthe begnügt.

Die Zunahme der Genauigkeit, bez. Annäherung an die Wahrheit kann keine stetige sein; es sind vielmehr, wenn man die Probestammzahl fort und fort höher greift, rückläufige Bewegungen nach

Digitized by Google

den obigen Erörterungen gar nicht zu vermeiden, weil ja, bevor man durch Kubirung aller Stämme zur Gewißheit gelangt, auch alle diejenigen Stämme einbegriffen sein müssen, deren Formzahl eine Verschlechterung des Resultates bedingt.

Jedoch ist im Allgemeinen, wie wir mehrfach gesehen haben, die Verschlechterung des Resultates durch den Fehler eines neu zutretenden Stammes um so mehr abgeschwächt, je mehr Probestämme man vor dem letzteren bereits gewählt hatte.

Es werden sich also alle solche rückläufige Bewegungen, falls wir eine graphische Darstellung in der Art versuchen wollten, daß wir je die Probestammzahl als Abscisse, die Genauigkeit als Ordinate auftragen und die Endpunkte aller Ordinaten verbinden wollten, in der entstehenden Curve um so weniger scharf ausprägen, je mehr wir uns dem letzten Punkte der Curve nähern.

Daß diese jederzeit ein Ende haben muß, resp. zwischen bestimmte Grenzen (0 und Anzahl aller Stämme) eingeschlossen ist, sei als characteristisch hier nochmals hervorgehoben (conf. S. 42, 1).

Obwohl uns, wie wir constatiren mußten, gewichtige Bedenken abhalten, die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Entscheidung unserer Frage pure anzuwenden, so können wir andererseits dieselben doch nicht als durch die factischen Verhältnisse des Waldes so vollständig alterirt ansehen, daß wir ganz auf sie verzichten und jede Beziehung derselben zu unserem Falle ausschließen dürften.

Den Satz z. B., daß die Genauigkeit proportional der Quadratwurzel aus den Positionen wächst, vermögen wir aus den bekannt gegebenen Gründen auf die Auswahl der Probestämme in seiner ganz präcisen Form nicht zu übertragen. Die Abweichungen von der Regel würden zu zahlreich werden. Aber wenn wir dessen Kern in eine allgemeinere Fassung bringen, der Art etwa, daß wir überhaupt einen immer geringer werdenden Einfluß neuer Probestämme daraus folgern, so ist er unter allen Umständen zu acceptiren und stellt das nämliche Ergebniß dar, zu welchem wir oben durch unsere Betrachtungen hingeleitet worden sind.

Ja, es verbietet uns nichts, auf diesem Wege der Abschwächung eines mathematischen Gesetzes einen Schritt zurückzubleiben, indem wir nicht zu dieser ganz allgemeinen Form unsre Zuflucht nehmen, sondern unterstellen, daß jener Satz sich wenigstens annähernd auch bei der Auswahl der Probestämme bewahrheite und uns dadurch wenigstens einen willkommenen Anhalt für die Beurtheilung des

Digitized by Google

allgemeinen Verhaltens bieten dürfe, wenn wir auch von seiner stricten Anwendung auf jeden einzelnen concreten Fall absehen müssen.

So lange wir übrigens nur behaupten können, daß mit Wahrscheinlichkeit durch Mehrung der Probestämme ein besseres Resultat herbeigeführt wird, und so lange wir nur in der statuirten allgemeinen Form, nicht aber bestimmt anzugeben vermögen, wie stark die Annäherung an die Gewißheit ist, könnte unsere Aufgabe nur halb gelöst erscheinen. Denn so, wie die Frage oben gestellt war, verlangt sie eigentlich eine Beantwortung durch bestimmte (mindestens relative) Zahlenangaben.

Gerade in Bezug hierauf ist es nun von Wichtigkeit, daran zu erinnern, daß wir von einer Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in dem Sinne, daß alle ihre Consequenzen angenommen würden, absehen.

Denn sobald wir erkannt haben, daß wir mit Größen operiren müssen, die im Walde unabänderlich gegeben sind, und noch dazu einräumen müssen, daß wir deren absoluten Werth allgemein gar nicht kennen zu lernen vermögen, kommen wir zu dem Schlusse, daß wir außer Stand sind und auch stets außer Stand sein werden, ziffermäßige Bestimmungen in Bezug auf den Einfluß eines oder mehrerer Probestämme zu treffen.

Wir verzichten also darauf, etwa in Gestalt eines für alle Fälle zutreffenden Zahlenausdruckes, bez. einer allgemeinen Formel den Betrag anzugeben, um welchen sich in Folge Aenderung der Probestammzahl die Genauigkeit des Resultates ändert.

Nachdem insbesondere oben eine ganze Reihe von Momenten erwähnt worden ist, von welchen die Formzahl der einzelnen Bäume eines Bestandes abhängt, ohne daß der Einfluß dieser Momente im Einzelnen genügend präcisirt werden konnte, sollte das Verlangen die Zahl der Probestämme für alle Fälle im voraus und allgemein festzusetzen gar nicht mehr gestellt werden.

Unzweifelhaft sicher steht das Eine, daß wir alle Stämme als Probestämme ausmessen müssen, um die Genauigkeit = 1 (d. h. in unserem Falle absolute Sicherheit des Resultates oder eine Abweichung des arithmetischen Mittels von dem wahren Mittelwerthe = 0) zu erhalten.

Dagegen kann z. B. nicht behauptet werden, daß in allen Fällen 2 Procent Probestämme im Vergleich hierzu die Genauig-

Digitized by Google

keit $^1/_7$ gewähren, wie es nach dem Ausspruch des mathematischen Gesetzes sein müßte (genau $= \frac{1}{\sqrt{50}}$).

Wir können aus der Reihe, welche wir Seite 42 aufgestellt haben, unter der Voraussetzung, daß 100 % Probestämme die Gewißheit geben, entnehmen, daß 2,04 (bez. $\frac{100}{72}$) Probestämme die Genauigkeit $^1/_7$ verbürgen. Dasselbe tritt ein, wenn man von 50 Stämmen *einen*, also wiederum 2 % nimmt.

Und doch wird Niemand behaupten wollen, daß nun jeder Bestand im Walde dieses Verhalten wirklich aufweise.

Daß dies nicht der Fall ist, hat seinen guten Grund.

Wir bedürften, um in obigem Sinne eine Reihe aufstellen zu können, welche den factischen Zuständen eines Bestandes entspräche, erst eines, aus letzteren durch directe Untersuchung hergeleiteten Werthes für den Genauigkeitsgrad, welchen *ein* Modellstamm (als Minimum) gewährt. Dann ließen sich die Zwischenglieder etwa mit Zuhilfenahme obigen Gesetzes einschalten, das wären also die Genauigkeiten, welche je 2, 3, 4 . . . Stämmen zugehören; aber die Uebereinstimmung dieser berechneten Zwischenglieder und der wirklichen Werthe würde immer wieder von vielen Zufälligkeiten abhängen.

Da sich aber gerade die ziffermäßige Bestimmung des Genauigkeitsgrades, welchen 1 Probestamm ergibt, am wenigsten allgemein durchführen läßt, so muß auf jede Fixirung durch Zahlen, welche *absolute* Werthe bedeuten, verzichtet werden, und wir müssen uns hinsichtlich des Genauigkeitsgrades, den die *Auswahl* einer wechselnden Anzahl von Probestämmen gewährt, jedenfalls mit relativen Angaben begnügen.

3. *Richtigkeit des Resultates innerhalb bestimmter Grenzen.*

„Auf absolute Genauigkeit des Ergebnisses reflectirt man bei einer Holzmassenaufnahme von vornherein nicht".

Wir haben diesen Satz oben gelegentlich schon angeführt und auch den Nachweis erbracht, weshalb bei jeder Berechnungsweise der Holzmasse einer Stammgruppe, die sich auf die Auswahl von Probestämmen gründet, ein vollkommen richtiges Resultat unmöglich als Regel erwartet werden darf.

Immerhin muß dasselbe aber dem Taxator jederzeit als das

Digitized by Google

erstrebenswerthe Ziel vorschweben. Wir möchten deshalb auch nachdrücklich davor warnen, etwa bei Auswahl der Probestämme um deswillen mit minderer Sorgfalt zu verfahren, weil man eines genügenden Erfolges doch nicht sicher sei. Im Gegentheil wird gerade, weil im Allgemeinen nur ein Näherungswerth erreicht werden kann, alle Mühe aufzuwenden sein, um diesen unter den gegebenen Verhältnissen dem wahren Werthe wenigstens so nahe als möglich zu führen.

Der Zweck der Holzmassenaufnahme hat zwar, sofern sich ihm entsprechend bis zu einem gewissen Grade die Kosten der Arbeit reguliren müssen, ein gewichtiges Wort mitzureden; immerhin muß man mit den vorhandenen Mitteln möglichst Vollkommenes leisten, und es erscheint jederzeit unstatthaft, irgend zweifelhafte Präcision der Ausführung durch den Hinweis auf die Ungewißheit eines guten Resultates rechtfertigen zu wollen.

Wenn wir im Folgenden einen Moment bei der „Richtigkeit des Resultates innerhalb gewisser Grenzen" verweilen und derselben dadurch gewissermaßen auch principiell die Existenzberechtigung zuerkennen, so kann es nur geschehen, um zu zeigen, wie sich die für die Annäherung an den absolut richtigen Werth normirten Umstände und Bedingungen modificiren, sobald man diesem wahren Werthe eine Reihe, zwischen bestimmten Grenzen eingeschlossener Näherungswerthe substituirt. Man muß Mittel kennen, um in einem ungünstigen Falle wenigstens zu beurtheilen, welche extreme Möglichkeiten nach der einen oder anderen Richtung hin vorliegen.

Es ist nicht nöthig, von der veränderten Grundlage ausgehend, die früher angestellten Betrachtungen im Einzelnen zu wiederholen.

Die wichtigste Abweichung von dem Falle, in welchem absolute Genauigkeit verlangt wird, liegt unzweifelhaft darin, daß, je nachdem die Grenzen der Genauigkeit weniger eng oder enger gezogen sind, jetzt schon die Auswahl eines Probestammes mehr oder minder häufig genügt, um ein Resultat innerhalb jener Grenzen zu gewährleisten.

Denn in dem Bruche, welcher die Wahrscheinlichkeit eines brauchbaren Resultates bezeichnet, ist der Nenner unverändert (= Gesammtzahl aller vorhandenen Stämme), während der Zähler, welcher in dem früheren Falle auf die wahren Mittelstämme beschränkt war, nunmehr beträchtlich gewachsen ist.

Dies wird um so einleuchtender, wenn, wie wir oben ange-

Digitized by Google

nommen haben, die Unterstellung berechtigt ist, daß die mittleren Formzahlen der Gruppe durch die größten Stammzahlen repräsentirt sind.

So war in dem auf Seite 32 angeführten Beispiel der wahre Modellstamm unter 27 Exemplaren nur dreimal vorhanden; die Wahrscheinlichkeit, mit einem Probestamm ein richtiges Resultat zu erhalten, war also nur $= {}^{3}/_{27}$, während, wenn wir uns mit einem auf 10 Procent genauen Resultat begnügten, hierfür die Wahrscheinlichkeit schon auf ${}^{22}/_{27}$ gestiegen ist. Es würde in diesem Falle schon fast als verlorene Mühe erscheinen, wollte man noch einen zweiten Probestamm auswählen. Hätte man ein bis auf 4 % genaues Aufnahmsresultat gefordert, so würden immerhin noch 10 Stämme tauglich sein, also noch mehr als die dreifache Anzahl der wahren Modellstämme. Und in dem betr. Beispiele liegt die Sache für diesen speciellen Fall insofern noch besonders ungünstig, als die Formzahl 0,53 nur durch einen Stamm vertreten ist, während die Formzahl 0,54, welche der Bedingung nicht mehr genügt, wieder 4 Stämme aufweist.

Weitere Modificationen wird Jeder selbst leicht auffinden.

Wenn für die Forderung absoluter Genauigkeit jede Mehrung der Probestammzahl mit Wahrscheinlichkeit ein besseres Ergebniß erwarten läßt, so gilt dasselbe natürlich auch da, wo nur die Ueberschreitung einer gewissen Grenze verlangt ist. Dabei wird natürlich auch ein entsprechend größerer Theil der vorhandenen Stämme den an den zweiten Probestamm zu stellenden Anforderungen genügen.

So lassen sich die Analogien weiter verfolgen.

Wie insbesondere die Bestimmung der gerade noch zulässigen Grenzwerthe wirkt, liegt auf der Hand.

Sobald die Grenze erreicht ist, hat die Zuziehung noch weiterer Probestämme keine Berechtigung mehr, weil der Zweck der Aufnahme keine größere Genauigkeit erheischt.

Es ist übrigens nicht außer Acht zu lassen, daß wir vorläufig nur diejenigen, auf die Genauigkeit des Ergebnisses influirenden Momente im Auge haben, welche mit der Auswahl der Probestämme in Zusammenhang stehen, während der Werth des Resultates auch noch von andern Umständen abhängt.

Im Ganzen ergibt sich durch die Gewährung eines Spielraumes seitlich vom wahren Werthe nur eine Verflachung der für den früher

Digitized by Google

behandelten Fall festgestellten Normen. „Je weniger weit man die Annäherung an den wahren Werth führen will, um so weniger Probestämme sind nothwendig". Dieser allgemeine Satz gilt natürlich auch hier. Bestimmte Zahlenangaben für's Allgemeine können nicht gemacht werden.

Zweites Kapitel.

Kubirung der Probestämme.

I. Vorbemerkung.

Bis jetzt ist nur untersucht, ob und inwieweit bei der Auswahl der Probestämme das richtige Mittel gefunden werden kann und dementsprechend ein genaues Resultat der Holzmassenaufnahme erwartet werden darf.

Wir haben jetzt die Frage zu stellen, welchen Einfluß die Zahl der Probestämme in Bezug auf die Genauigkeit des Kubirungsresultates ausübt? Denn die größere oder geringere Abweichung der berechneten Holzmasse einer Stammgruppe von der im Bestande wirklich vorhandenen ist nicht sowohl durch die factische Holzmasse der Probestämme, als vielmehr durch diejenige bedingt, welche sich als das Ergebniß der Kubirung derselben darstellt.

Die größte Sorgfalt bei der Auswahl der Probestämme, deren Effect in einem richtigen Mittelwerth gipfeln würde, kann also illusorisch gemacht werden, wenn das bei der Kubirung angewendete Verfahren keine Garantie für genügende Genauigkeit zu bieten vermag.

Es soll übrigens für jetzt nicht unsere Aufgabe sein, die verschiedenen, in der früher gegebenen Uebersicht der Holzmassenaufnahms-Verfahren wenigstens angedeuteten Methoden auf ihre Genauigkeit zu prüfen. Vielmehr wollen wir ganz allgemein untersuchen, ob ein und dasselbe Kubirungsverfahren — (gleichgiltig, welches? ob sectionsweise Vermessung, Aufarbeitung in Verkaufsmaße, Bestimmung des Holzgehaltes am stehenden Stamme ꝛc.) — ein genaueres Resultat zu liefern verspricht, wenn es sich auf eine größere, als dann, wenn es sich auf eine ge-

Digitized by Google

ringere Anzahl von Stämmen oder nur auf einen Stamm bezieht.

Durch diese Art der Fragestellung ist also der Zusammenhang mit der Zahl der Probestämme direct gegeben.

II. Momente, von denen die Sicherheit der Kubirung abhängt, und deren Einfluß auf das Resultat.

Dieselben sind:

1. die Kubirungsmethode;
2. die angewendeten Hilfsmittel, als Instrumente, Tabellen ꝛc.
3. die Zahl der Messungen.

Mit letzteren allein haben wir uns hier weiter zu beschäftigen.

Wenn man den nämlichen Stamm mit gleicher Sorgfalt nach derselben Methode mehrmals aufnimmt, so ist dessen wahrscheinlichster Inhalt unzweifelhaft das arithmetische Mittel aus den verschiedenen Aufnahmsresultaten; denn Abweichungen vom wahren Werthe sind nur noch durch Beobachtungsfehler bedingt.

In diesem Falle kommen mithin die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung ohne jeden Vorbehalt zur Geltung.

Sobald zur Kubirung die nämliche Methode mit verschiedenen Modificationen (wie z. B. wechselnde Sectionslänge, Anwendung verschieden getheilter Kluppen u. dergl.) oder ganz verschiedene Methoden benutzt werden, dürfen die Resultate nicht ohne Weiteres zur Berechnung eines Mittelwerthes zusammengeworfen werden, sondern es muß erst der Genauigkeitsgrad festgestellt werden, mit welchem die verschiedenen Instrumente, Methoden ꝛc. gearbeitet haben, und dem entsprechend eine geeignete Reduction vorgenommen werden — (Ausgleichung von Beobachtungen ungleicher Genauigkeit).

In der Regel wird man nun die Genauigkeit nicht in weitgehender Weise dadurch zu steigern suchen, daß man an dem nämlichen Stamme die zur Berechnung seines Inhaltes nöthigen Dimensionen mehrmals oder möglichst oft erhebt, um durch den hierdurch herbeigeführten Ausgleich der Beobachtungsfehler einen möglichst richtigen Mittelwerth zu erhalten.

Man vermeidet dann unwillkürlich auch den Irrthum, als könne man einen Fehler, den man bei der Auswahl eines Probestammes begangen hat, durch besonders sorgfältige Ausmessung desselben paralysiren. Die Fehler der Auswahl und Kubirung wirken zwar gemeinsam auf das Resultat ein, aber zwischen ihnen besteht keinerlei

Digitized by Google

Causalnexus. Wer überhaupt nur einen Probestamm auswählt, begnügt sich eingestandenermaßen auch mit demjenigen Genauigkeitsgrade, welchen derselbe zu gewähren vermag. Diesem Genauigkeitsgrade muß auch die Kubirungsmethode angepaßt sein, wenn nicht Zeit und Mühe ohne verhältnißmäßigen Effect aufgewendet werden sollen.

Man wird sich also mit einer einmaligen, höchstens (zur Vermeidung von groben Irrthümern) einmal wiederholten Aufnahme der einzelnen Probestämme begnügen.

Da jedoch die Auswahl mehrerer Probestämme die Genauigkeit steigert, so könnte consequenter Weise daran gedacht werden, daß man nun auch eine entsprechend öftere Wiederholung aller Messungen eintreten lassen müsse.

Wir glauben, daß dies nicht nöthig ist, ohne daß darum das Princip gleichförmiger Genauigkeit aller auf das Resultat influirender Momente geschädigt erscheint.

Erinnert man sich nämlich der Voraussetzungen, von denen wir ausgehen, so haben wir es, wenn mehrere Probestämme vorliegen, mit mehr oder minder gleichartigen Größen zu thun. Brustdurchmesser und Höhe sind nach Annahme absolut gleich. Wären wir zu der Unterstellung berechtigt, daß sich bei Ermittelung des wechselnden Factors „Formzahl" die Beobachtungsfehler, indem man die an verschiedenen Stämmen erhobenen Größen zur Berechnung des Mittelwerthes benutzt, in ähnlicher Weise ausgleichen, wie sie es offenbar thun, wenn man mehrere Messungen am nämlichen Stamme vornimmt, — so kämen wir unmittelbar zu dem Schlusse, daß durch die Vermehrung der Probestammzahl auch die Wahrscheinlichkeit eines richtigen Kubirungsresultates zunimmt.

Dieser Schluß hat an sich nichts Auffallendes, wenn auch seine mathematische Schärfe vielleicht nicht ganz über alle Zweifel erhaben ist.

Erwägt man überdieß, daß die Abweichungen der Formzahlen bei denjenigen Stämmen, welche innerhalb einer Gruppe als Probestämme tauglich befunden werden, meist relativ gering sind, so wird sich, obwohl wir nicht an dem nämlichen Object operiren (wie etwa bei mehrmaliger Messung eines Winkels), doch die Lehre von den Beobachtungsfehlern und deren Ausgleich durch das arithmetische Mittel auf den vorliegenden Fall einfach übertragen lassen.

Digitized by Google

Zunehmende Sicherheit des Resultates erscheint also, auch ohne daß man die Zahl der Messungen am einzelnen Stamme steigert, schon dadurch gegeben, daß man Messungen genau in dem nämlichen Sinne und an annähernd gleichen Objecten verschiedener Stämme vornimmt, welch' letztere für den vorliegenden Zweck als Einzelindividuen sämmtlich nur insoweit Bedeutung haben, als sie einen brauchbaren Mittelwerth erzielen helfen. Wären die verschiedenen Probestämme vollständig gleich, so könnte die Richtigkeit des obigen Schlusses in keiner Weise bestritten werde.

Zudem müßte die Zunahme der Genauigkeit hier genau in dem Verhältniß der Quadratwurzel aus den Positionen erfolgen, weil, wo es sich um die Kubirung gegeben vorliegender Größen handelt, nur von reinen Beobachtungsfehlern die Rede ist, während der Ausgleich der absoluten Werthe der Stamminhalte (d. s. die gegeben vorliegenden Größen) auf das Conto der Auswahl zu setzen ist.

Unser Satz würde in der einfachsten Form dahin lauten, daß sich, unter sonst gleichen Verhältnissen, mit der Vermehrung der Probestämme sofort auch die Genauigkeit des Resultates, so weit sie von der Kubirung abhängig ist, entsprechend steigert.

Aus der Kubirung wird also in diesem Sinne kein neues Motiv für irgend welche Aenderung der Probestammzahl hergeleitet werden müssen.

Die Frage, wie sich die Genauigkeitsgrade zu einander verhalten, welche am nämlichen Stamme mittelst verschiedener Aufnahmsverfahren zu erhalten sind, fällt unter ganz andere Gesichtspunkte.

Dritter Abschnitt.

Folgerungen für die Praxis der Holzmassenaufnahme.

I. Verschiedene Verfahren der Holzmassenaufnahme.

Vorbemerkung:

Das Grundsätzliche und die Art der Ausführung der verschiedenen Methoden wird als bekannt vorausgesetzt; es kann also auf eine umfassende Darstellung dieser Dinge verzichtet werden, und

Digitized by Google

die Untersuchung soll sich in der Folge nur auf die Frage erstrecken, ob die Vorschriften, in welchen die verschiedenen Verfahren niedergelegt sind, in Bezug auf den Genauigkeitsgrad der Aufnahme principiell richtig sind.

1. Classenmodellstämme mit getrennter Behandlung der einzelnen Stärkeclassen.

Soll zu irgend einem Zwecke (Ertragsregelung, Waldtheilung ꝛc. ꝛc.) der stockende Holzvorrath eines größeren, aus einer Anzahl mannichfaltig gearteter Bestände zusammen gesetzten Waldcomplexes ermittelt werden, so erfolgt allgemein die Aufnahme gesondert für jede Abtheilung; innerhalb der einzelnen Abtheilung werden die vorkommenden Holzarten ausgeschieden und außerdem werden, wo nöthig, Höhenclassen gebildet, bis man durch solche Theilung der Aufgabe bei Gruppen von Stämmen angelangt ist, welche in den gedachten Beziehungen als einheitlich aufgefaßt werden dürfen.

Durch das Kluppiren werden weiterhin Stärkeclassen unterschieden, innerhalb welcher jetzt nur noch ganz oder annähernd gleiche Höhen vorkommen sollen.

Eine Ungleichheit der einzelnen in einer Stärkeclasse vereinigten Bäume besteht also nur noch hinsichtlich der Formzahl, so daß wir jetzt bei demjenigen Grundelement angelangt wären, mit welchem wir uns bisher immer beschäftigt haben.[1]

Da die Probeflächen, bez. Probestreifen, nichts als kleine Bestände sind, deren Holzgehalt gefunden werden muß, so fordern sie hinsichtlich der Probestammfrage keine Ausscheidung als principielle Besonderheiten, und es stimmen nun alle Methoden der Holzmassenaufnahme, welche für die Praxis Bedeutung haben, darin überein, daß sie die aufzunehmenden Bestände in jene, in sich gleichartige Untertheile zergliedern.

Das Verfahren der Classenmodellstämme mit getrennter Behandlung der einzelnen Stärkeclassen schreibt nichts weiter vor, als daß in jeder Classe ein oder mehrere Probestämme ausgewählt werden, und man deren Inhalt zur Berechnung des Classeninhaltes benutzt.

---

[1] Hoffentlich erwächst uns daraus, daß wir fortwährend allein die Formzahl berücksichtigen, kein Vorwurf. Es geschieht nur der Einfachheit und Klarheit halber. Sonst würde natürlich, da man absolute Gleichheit der Höhen nicht unterstellen darf, überall das Product aus Höhe in Formzahl, die Richthöhe, substituirt werden müssen.

Digitized by Google

Nach unseren früheren Betrachtungen ist es unmöglich, ein für allemal eine bestimmte Anzahl von Probestämmen auf Grund einer mathematischen Erwägung als für die Erreichung eines bestimmten Genauigkeitsgrades nothwendig zu bezeichnen. Wir müssen vielmehr nach Maßgabe der größeren oder geringeren Regelmäßigkeit des Bestandes über die Zahl der Probestämme zunächst gutächtlich entscheiden.

Es muß unterstellt werden, daß alle zusammengehörenden Stärkeclassen im Allgemeinen auch in Bezug auf die Baumform gleichartig sind, was so verstanden werden soll, als bewegten sich die Formzahlabweichungen in den einzelnen Stärkeclassen innerhalb analoger Grenzen, und als seien die den einzelnen Classen zukommenden Stammzahlen auf die Formzahlen der Classe in annähernd dem nämlichen Verhältnisse vertheilt. Es würde also die Reihe der nach Formzahlen geordneten Stämme einer Classe aus derjenigen einer anderen Classe erhalten werden können, indem man diese Glied für Glied mit dem Verhältniß der Stammzahlen beider Classen multiplicirt. Besteht solche Gleichartigkeit nicht, so gehören die betr. Classen nicht in unserem Sinne zusammen.

Niemand, der den Wald kennt, wird einen solchen Satz mit aller Schärfe auf den einzelnen Fall anwenden. Aber seine Richtigkeit im Großen und Ganzen dürfte sich doch durch genaue Untersuchungen darthun lassen; wenn er unter je 3 Fällen nur 2 mal zutrifft, so ist für ihn das Spiel schon gewonnen (im Sinne der größeren Wahrscheinlichkeit).

Wir befinden uns, wie hervorzuheben ist, im normalen, regelmäßig durchforsteten Hochwald-Bestande, welcher, nach allen unseren Aussonderungen, keine Bonitätsunterschiede und (was damit fast immer zusammenhängt) keine Höhenclassen mehr kennt. Schon im Hinblick auf die oft geradezu auffallende Regelmäßigkeit und Gleichförmigkeit, mit welcher sich in mehreren solchen Beständen, ausweislich der Kluppirungsprotocolle, die Stammzahlen in die Stärkeclassen vertheilen, läßt sich etwas Aehnliches für die Formzahlabstufungen vermuthen.

Liegt aber die Sache wirklich so, dann ist, wenn für alle Stärkeclassen eines Bestandes gleicher Genauigkeitsgrad der Aufnahme verlangt wird, was doch das einzig Rationelle ist, die relative Zahl der Probestämme für die einzelnen Stärkeclassen scharf gegeben. Die oben angeführte vage Vorschrift des Verfahrens muß durch eine präcisere er-

Digitized by Google

setzt werden, d. h. es fällt — unter dem Gesichtspunkt gleicher Genauigkeit — das ganze Verfahren zusammen.

Der einfachste Fall wäre, daß man etwa für jede Stärkeclasse 1 Probestamm auswählt. Dann würde man mit dem geringstmöglichen Aufwande zur Kenntniß des Holzgehaltes gelangen.

Ist der eine Probestamm jedesmal ein wahrer Mittelstamm, so ist jede Weiterung überflüssig; das Resultat wird richtig. Eine solche Voraussetzung darf aber nie gemacht werden, sondern, allgemein genommen, sind alle Probestämme falsch.

Unzweifelhaft leistet 1 Probestamm, welcher aus 100 Stämmen gewählt ist, absolut betrachtet, mehr als ein solcher, den man aus 1000 Stämmen aussucht, selbst bei gleicher Abweichung vom wahren Mittelstamme.

Denn enthält z. B. von 2 Gruppen (a) und (b), für welche wir der Einfachheit halber zunächst gleiche Dimensionen, bez. gleiche Kubikinhalte der Stämme à 1 Festmeter annehmen wollen, die eine 400, die andere 900 Stämme, und man wählt für jede derselben 1 Probestamm, der bis auf 60 Procent richtig ist, also um 40% vom wahren Mittel abweicht, so ist der absolute Fehlerbetrag für die erste Gruppe = 160 Festmeter, für die zweite = 360 Festmeter. Die zwei Probestämme ergeben verschiedene absolute Genauigkeit.

Man muß durch weitere Probestämme im ersten Bestande (a) eine Correctur von 160 Festmeter, im zweiten (b) eine solche von 360 Festmeter anbringen und kann diese mit voller Sicherheit nur erreichen, indem man je alle Stämme kubirt; d. h. man eliminirt den Fehler in (a) durch 400 Stämme, in (b) durch 900 Stämme.

Wenn es erlaubt ist, auf die streng mathematische Fassung des oben (in Bezug auf die Abhängigkeit des Genauigkeitsgrades von der Probestammzahl) aufgeführten allgemeinen Gesetzes zurückzugreifen, so stellt sich das Verhalten folgendermaßen dar:

Man hat für Gruppe (a) für die

Stammzahl: 1 4 9 .... 100 400

die Genauigkeit: $\frac{1}{\sqrt{400}} = {}^{1}/_{20}\ {}^{2}/_{20}\ {}^{3}/_{20} \ldots {}^{10}/_{20} \ldots {}^{20}/_{20} = 1$

und für Gruppe (b) für die

Stammzahl: 1 4 9 .... 225 900

die Genauigkeit: $\frac{1}{\sqrt{900}} = {}^{1}/_{30}\ {}^{2}/_{30}\ {}^{3}/_{30} \ldots {}^{15}/_{30} \ldots {}^{30}/_{30} = 1$

Nach der Gestalt dieser Reihen ließe sich die Wirkung gleicher

Digitized by Google

Probestammzahlen in beiden Gruppen leicht vergleichen, wie auch andererseits feststellen, welche Stammzahlen je dem nämlichen, die Genauigkeit bezeichnenden Bruche zukommen. Z. B. hat man in (a) für die Genauigkeit $^{10}/_{20} = {}^1/_2$ 100 Probestämme, in (b) für die nämliche Genauigkeit $^{15}/_{30} = {}^1/_2$ deren 225, d. s. in beiden Fällen $^1/_4 = 25\,\%$ sämmtlicher Stämme, oder allgemein ausgedrückt:

Man muß, um gleiche Genauigkeit zu erzielen, in den einzelnen Gruppen, bez. Stärkeclassen den nämlichen Procentsatz an Probeholz fällen.

Je 1 Probestamm in der Classe war nur ein specieller Fall des allgemeinen, wonach man eine beliebige Anzahl auswählt. Ohne daß die Probestammzahlen durch vorstehendes; ev. entsprechend modificirte Gesetz in Beziehung unter einander stehen, ist gleiche Genauigkeit nie gewährleistet.

(Wir erinnern wiederholt daran, daß es sich hier nur um die Gewinnung einer sicheren allgemeinen Basis handelt, wobei man sich der zahlreichen, durch die jedesmaligen factischen Verhältnisse bedingten Verschiebungen stets bewußt bleiben muß.)

Unsere Betrachtung führt uns direct auf das Draudt'sche Verfahren, dem wir uns nun zuwenden müssen.

2. Verfahren von Draudt.

Dessen Princip verlangt für die verschiedenen Stärkeclassen eines Bestandes gleichen Procentsatz der Stammzahl als Probeholz, befindet sich also mit dem Resultate unserer Betrachtung vollständig in Uebereinstimmung.

Wir wollen von dem praktischen Vortheil des gemeinsamen Aufarbeitens aller Stämme, der Sortimentskenntniß, Zeitersparniß für den Taxator ꝛc. ꝛc. ganz abgesehen; der theoretische Werth des Verfahrens liegt einfach darin, daß es bezüglich der Gewährung eines gleichmäßigen Genauigkeitsgrades grundsätzlich richtig verfährt.

Draudt hat diesen Vorzug seines Verfahrens namentlich gegen Robert Hartig und Bernhardt mit Erfolg vertheidigt (conf. die S. 15 angeführten Aufsätze)[1]; aber es ist nicht uninteressant, daß alle

[1] Anderweite Angriffe auf das Draudt'sche Verfahren, die übrigens sämmtlich als widerlegt zu betrachten sind, haben nicht direct an die Frage nach dem Genauigkeitsgrad desselben angeknüpft und liegen deshalb seitwärts des uns hier beschäftigenden Gegenstandes.

Digitized by Google

unsere Betrachtungen mit strenger Consequenz ebenfalls auf das Verfahren hinweisen.

Eine bestimmte Anzahl von Probestämmen, bez. ein bestimmter Procentsatz, ist durch dasselbe nirgends gefordert, weil naturgemäß Niemand eine solche Forderung allgemein begründen könnte. Haben wir doch die Momente kennen gelernt, welche modificirend auf die Probestammzahl einwirken.

Aber innerhalb derselben Serie zusammengehörender Stärkeclassen soll principiell der nämliche Procentsatz beibehalten werden.

Es kommt auf den Massengehalt des einzelnen Stammes einer Gruppe gar nicht an, sondern die Stammzahl ist allein entscheidend.

Hätten wir, um nochmals auf unser obiges Beispiel zu kommen (conf. S. 57), in demselben für Gruppe (b) angenommen, der einzelne Stamm derselben habe im Mittel nur $^1/_2$ Festmeter Derbgehalt, so würde man für (a) wie vorher den Fehler von 160 Festmetern, für (b) einen solchen von 180 Festmetern haben. Letzterer ist aber gleich dem Inhalt von 360 Stämmen, gerade wie vorher der Fehler der Gruppe auch = 360 Stamminhalten gewesen ist.

Man könnte den supponirten Fall so auffassen, als seien statt der Fehlermassen die falschen Stämme, durch deren Inhalt jene repräsentirt sind, durch weitere Probefällungen wegzuschaffen, d. h. man müßte dann fingiren, die bereits richtig gestellten Massentheile seien aus (a) in Gestalt von 240, aus (b) in Gestalt von 540 Stämmen schon weggenommen, und müßte dann für (a) die übrigen 160, für (b) die übrigen 360 Stämme als Probeholz behandeln, um für diese Reste absolute Genauigkeit zu erhalten. Dann hätte man für (a) für die

$$\left.\begin{array}{l}\text{Stämme:} \\ \text{die Genauigkeit:}\end{array}\right\} \begin{array}{l} 1 \\ \frac{1}{\sqrt{160}} = \frac{1}{12{,}65} \end{array} \quad \begin{array}{l} 4 \;..\; 36 \\ \frac{2}{12{,}65} \cdot\cdot \frac{6}{12{,}65} \end{array} = \text{ca } ^1/_2 \cdot\cdot \begin{array}{l} \cdot\cdot\; 160 \\ \frac{12{,}65}{12{,}65} = 1; \end{array}$$

für (b) für die

$$\left.\begin{array}{l}\text{Stämme:} \\ \text{die Genauigkeit:}\end{array}\right\} \begin{array}{l} 1 \\ \frac{1}{\sqrt{360}} = \frac{1}{18{,}9} \end{array} \quad \begin{array}{l} 4 \;..\; 81 \\ \frac{2}{18{,}9} \cdot\cdot \frac{9}{18{,}9} \end{array} = \text{ca } ^1/_2 \cdot\cdot \begin{array}{l} \cdot\cdot\; 360 \\ \frac{18{,}9}{18{,}9} = 1 \end{array}$$

also für die Genauigkeit $^1/_2$ bei (a) 36, bei (b) 81 Stämme. Es verhält sich aber 36 : 81 = 160 : 360,

d. h. man braucht für die nämliche Genauigkeit jeder-

Digitized by Google

seits wieder den nämlichen Procentsatz (hier 22,5 %, was in der Vernachlässigung der Decimalstellen gegründet ist.)

Die letzte Darstellung entspricht nur einer etwas veränderten Auffassung der nämlichen Sache wie oben.

Einer fälschlichen Berücksichtigung des Inhaltes der einzelnen Stämme in den verschiedenen Stärkeclassen eines Bestandes ist der Einwand entsprungen, als ob durch das Draudt'sche Verfahren die Classen mit größerer Stammzahl und bez. geringeren Stamminhalten (d. s. die mittleren Durchmesserclassen) bevorzugt wären denen gegenüber, die nur mit wenig Stämmen bedacht sind, und als ob insbesondere die stärksten Stämme über Vernachlässigung klagen dürften.

Der einzelne starke Stamm liefert einen größeren Beitrag zur Gesammtmasse als der einzelne schwächere und hat insofern eine größere Bedeutung; daran zweifelt Niemand. Auch steht mit dem Massengehalt des Stammes der muthmaßliche Betrag seiner Abweichung vom wahren Mittel wenigstens in indirectem Zusammenhang.

Dieser Umstand hat aber ebenwohl mit der Frage nach der Genauigkeit, wie aus den obigen Deductionen zur Genüge hervorgeht, gar nichts zu thun. (conf. hierüber auch die mehrcitirten Aufsätze Draudts in 1871 und 1872 der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung.)

Eine Bevorzugung der mit größerer Stammzahl bedachten Classen könnte nur in dem Gedanken gefunden werden, daß man in diesen deshalb mehr thue für die Annäherung an den wahren Werth, weil ja der erste Probestamm in jeder Classe bereits den größten Theil der Arbeit leiste, und bei dem Hinzutreten einer größeren Zahl weiterer Probestämme für den einzelnen derselben nicht die gleichgroße Arbeit entfalle, wie in einer Classe mit weniger Stämmen, — oder im Falle gleicher Arbeit ein genaueres Resultat erreicht werde.

Wenn also, (was möglich sein kann, aber nicht als Regel unterstellt werden darf), 1 Probestamm, den man für 10,000 Stämme auswählt, weil er allein das Resultat der Holzmassenberechnung bis zu dem nämlichen Fehlerprocent genau macht, die correspondirende Wirkung hat wie ein anderer Probestamm, den man für nur 100 Stämme wählt, so scheint kein Grund vorzuliegen, jenem ersten Probestamm der 10,000 Stämme noch weitere Probestämme (z. B. für 1 % Probeholz noch 99 Stück) zuzufügen.

Jeder erste Probestamm gibt allerdings die Holzmasse der ganzen

Digitized by Google

Gruppe schon bis zu einem gewissen Grade genau, einerlei, wie viel Stämme, die er repräsentirt, hinter ihm stehen; es entscheidet nur die Abweichung seines Inhaltes von dem Mittel aus allen Stamminhalten; die Wirkung dieser Abweichung erstreckt sich auf alle zugehörigen Stämme, bald weniger bald mehr, bez. auf eine kleinere oder größere Masse.

Wir müssen aber davon ausgehen, daß nur die Kubirung aller Stämme Gewißheit gibt, daß also das nämliche Ziel durch alle 100 Stämme einer Classe erreicht wird, wozu in einer Classe von 10,000 Stämmen 10000 Stämme nöthig sind, d. h. es erfolgt, wenn überhaupt wenig Stämme vorhanden sind, die Annäherung an die Wahrheit durch den einzelnen Stamm in verhältnißmäßig rascherem Tempo, mit Ueberspringung größerer Intervalle als in einer Gruppe mit mehr Stämmen; und es ist ganz selbstverständlich, daß man, um den analogen Weg mit kleineren Schritten zurückzulegen, mehr Schritte nöthig hat. Wir werden immer wieder darauf hingewiesen, daß ein gleicher Procentsatz der Stammzahl für die Bedingung gleicher Genauigkeit zu fordern ist.

Nachdem der erste Probestamm gewählt ist, braucht man von allen folgenden freilich eigentlich nur noch die Fehler, durch welche der gesuchte Ausgleich auf das wahre Mittel bewirkt wird. Die Fehlerbeträge lassen sich aber von der Masse des Stammes nicht abtrennen, so daß wir in Wirklichkeit doch je den ganzen Stamm nehmen.

Hierin liegt auch der Grund, weshalb die (theoretisch unleugbar) größere Bedeutung des ersten Probestammes für die Praxis wieder illusorisch wird; denn, wenn man doch einmal, um einen bestimmten Genauigkeitsgrad zu erzielen, mehrere, z. B. a Probestämme fällen muß, so ist es ganz gleichgiltig, welchen derselben man als ersten, zweiten, a^{ten} Stamm ansieht. Man schreibt dann den Ausdruck für die Holzmasse nicht wie oben auf S. 23

$$m = n \cdot g \cdot h \cdot f + n \cdot g \cdot h \left(\frac{\delta + \delta_1 + \ldots + \delta_{a-1}}{a} \right), \text{ sondern}$$

$$m = \frac{n \cdot a \cdot g \cdot h \cdot f}{a} + n \cdot g \cdot h \left(\frac{\delta + \delta_1 + \ldots + \delta_{a-1}}{a} \right),$$

nimmt also gewissermaßen von jedem der a Probestämme die Masse des wahren Mittelstammes (g . h . f) mit in Rechnung so, wie es dem Sachverhalte im Walde entspricht, wo man in jedem Probestamm den wahren Modellstamm plus Fehler kubirt.

Digitized by Google

Draudt hat s. Z. eingeräumt, daß man für die Stärkeclassen, welche die kleinere Stammzahl enthielten, und insbesondere für diejenigen mit den stärkeren Stämmen unter Umständen einen höheren Procentsatz wählen könne.

Damit wird ein Bestand nur in 2, ev. wenn mehrere Procentsätze zur Anwendung kommen sollen, in entsprechend mehrere Einzelbestände zerlegt. Innerhalb jedes der letzteren kommt das Princip des Verfahrens dann vollständig zur Durchführung. Ein verschiedener Procentsatz ist aber in solchen Fällen nicht zuzulassen, um damit der geringeren Stammzahl der einen Serie von Stärkeclassen eine Concession zu machen gegenüber den, im Falle durchweg gleichen Procentsatzes, vermeintlich zu sehr berücksichtigten Classen mit großen Stammzahlen; man macht vielmehr eine solche Unterscheidung, — wir wiederholen es — nicht wegen der Stammzahl als solcher und auch nicht wegen des größeren oder kleineren durchschnittlichen Massengehaltes des einzelnen Classenstammes, sondern nur dann, wenn zu befürchten steht, daß die Grundlagen gleicher Genauigkeit bei Einhaltung des nämlichen Procentsatzes nicht vorhanden sind. Als solche Grundlage ist oben insbesondere hingestellt worden eine gewisse Gleichartigkeit der zur Behandlung mit dem nämlichen Procentsatz vereinigten Classen in Bezug auf Entwicklung der Baumform. Nur wenn diese vorhanden ist, kann die nämliche Genauigkeit durch den gleichen Procentsatz an Probeholz mit Wahrscheinlichkeit erreicht werden, weil andernfalls die Möglichkeit gleich guter und sicherer Auswahl tauglicher Probestämme nicht vorliegt.

Thatsächlich wird man nicht sehr häufig in die Lage kommen, aus den angegebenen Gründen innerhalb des nämlichen Bestandes mit verschiedenen Procentsätzen vorgehen zu müssen. Anders verhält es sich, wenn verschiedene Bestände, insbesondere mit wechselnder Bonität, wechselndem Schluß 2c. 2c. in Frage kommen.

Ob sich für einzelne Classen nicht aus anderen Gründen ein höherer Procentsatz empfiehlt, vielleicht um denselben bei ihrer geringen Stammzahl überhaupt mindestens einen Probestamm zutheilen zu können, während sie sonst mit einer Nachbarclasse hätten vereinigt werden müssen, — ist eine Frage für sich und zunächst ohne Beziehung zu unserm Gegenstande.

Um ein Beispiel anzuführen, wo sich schon aus theoretischeu

Digitized by Google

Gründen, und zwar in erster Linie mit Rücksicht auf die ungleich schwere Auswahl brauchbarer Probestämme, für einzelne Stärkeclassen eines Bestandes ein höherer Procentsatz empfiehlt, sei an einen hiebsreifen Buchenort erinnert, in welchen zahlreiche, aus dem früheren Umtriebe stammende Oberständer eingewachsen sind. Letztere haben, namentlich nach der Freistellung und so lange, bis sich rings um sie der neue Bestand wieder gehoben hatte, offenbar durch Lichtungszuwachs und vermehrte Kronenbildung eine Entwickelung gefunden, welche den einzelnen Baum sich selbstständiger gestalten ließ. Hierdurch sind beträchtlichere Formabweichungen bedingt, als sie der übrige Bestand aufweist, und man würde also gleichen Genauigkeitsgrad für diejenigen Classen, welche diese Oberständer enthalten, nur erreichen, wenn man durch eine verhältnißmäßig größere Zahl von Probestämmen einen entsprechend vollkommenen Ausgleich der vorhandenen Formabweichungen herbeiführt.

Hiermit vollzieht sich also im Grunde nichts als die Abtrennung eines besonderen Bestandes, wie man in ähnlicher Weise Höhenclassen ꝛc. ausscheidet. Für alle solche Abzweigungen müßte in dem angedeuteten Sinne eine besondere Erwägung eintreten.

Die Behandlung aller Classen mit dem gleichen Procentsatz ist zwar aus practischen Gründen, besonders wegen der dadurch möglichen gemeinsamen Aufarbeitung, wünschenswerth, aber durchaus nicht Bedingung.

Dem Tarator ist es vollständig überlassen, sich seinen Procentsatz zu wählen, aber, — und hierauf sei besonders hingewiesen, — er soll einerseits nicht ohne Grund von dem einmal angenommenen Procentsatze abweichen, so lange nämlich für verschiedene Stammclassen, Bestände ꝛc. mit demselben ein gleichbleibender Genauigkeitsgrad erzielt werden kann; andererseits soll er ebenfalls nicht ohne zwingenden Grund eine Modification jenes Procentsatzes unterlassen, sobald jene Unterlage gleichmäßiger Behandlung nicht mehr gegeben erscheint.

Eine Aenderung des Procentsatzes könnte, von dem angedeuteten Gesichtspunkte aus, wünschenswerth oder räthlich werden für Stammclassen mit bedeutenden Stammzahlen, wenn man nämlich annehmen wollte, es sei in solchen wegen der größeren Zahl brauchbarer Modellstämme, welche hier zur Verfügung stehen, leichter, Probestämme so auszuwählen, daß man schon durch eine relativ kleinere Anzahl einen

Digitized by Google

entsprechenden Mittelwerth erhielte. Dann wäre für eine solche Classe eine Verminderung der Probestammzahl angezeigt.

In den meisten Fällen sind übrigens Stärkeclassen mit so hervorragend großen Stammzahlen nicht vorhanden, ohne daß von den geringsten Stammzahlen, die sich beiderseits vorfinden, allmälige Uebergänge zu den größten hinleiten. Dann ist es schwer die Grenze zu bestimmen, bei welcher jene Aenderung des Procentsatzes zu beginnen hätte.

Zudem scheint es fraglich, ob in einem regelmäßig erwachsenen geschlossenen Bestande sich überhaupt die Grenzen der Formabweichungen derart verschieben, daß man um deswillen mit dem Procent wechseln muß, um nicht zu weit von einer gleichförmigen Genauigkeit abzuweichen; gar nicht zu gedenken der Weiterungen, die jede solche Abweichung hinsichtlich der Ausführung der ganzen Holzmassenaufnahme mit sich bringt.

Man sollte sich, wo irgend thunlich, auf einen Procentsatz beschränken, jedoch immer daran festhalten, daß eine rationelle Durchführung der Holzmassenaufnahme jederzeit (wenigstens innerhalb gewisser Grenzen) gleichmäßigen Genauigkeitsgrad verlangt, und daß schon aus diesem Grunde jedes planlose Festsetzen der Probestammzahl vermieden werden muß.

3. Verfahren von Robert Hartig.

Dasselbe kann zu einer Besprechung kaum mehr auffordern, nachdem durch alle unsere Betrachtungen der Genauigkeitsgrad lediglich mit der Stammzahl in Beziehung gebracht worden ist. Denn das Princip desselben gipfelt in der Berücksichtigung der Kreisfläche, bez. des Holzgehaltes der Stämme in den verschiedenen Stärkeclassen.

Ueberdieß ist, wie bereits Draudt wiederholt hervorgehoben hat (conf. insbes. Allg. F. u. J.-Z. v. 1872), der Nachweis einer grundsätzlich gleichmäßigen Genauigkeit für alle Stärkeclassen zu Gunsten des Hartig'schen Verfahrens gar nicht versucht worden, da die einfache Bemerkung, dasselbe fälle für jeden n^{ten} Theil der Holzmasse einen Probestamm, doch nicht als solcher gelten kann.

4. Der arithmetisch mittlere Modellstamm.

Nur unter ganz bestimmten Bedingungen hat der Stamm mit mittlerer Kreisfläche auch die mittlere Richthöhe des Bestandes, und der Nachweis, daß diese Bedingungen erfüllt sind, ist nicht immer leicht und mit voller Zuverlässigkeit zu erbringen.

Digitized by Google

Außerdem ist es nur ein Spiel des Zufalles, wenn der betreffende Stamm zugleich richtige Sortimentsverhältnisse liefert.

Theoretisch betrachtet wäre hiermit die Würdigung des Verfahrens, mittelst desselben die Holzmasse eines Bestandes zu bestimmen, schon erfolgt. Denn daß dasselbe für practische Zwecke der Holzmassenaufnahme oft genügende Resultate liefert, darf nicht maßgebend sein für die Beurtheilung des Princips. Die Auswahl und Kubirung der Probestämme sind zwei Momente, welche bei aller Sorgfalt bereits genügende Unsicherheit bedingen, und es ist nicht gerechtfertigt, sich bei der Holzgehaltsermittelung noch weitere und zwar grundsätzliche Mängel zu schaffen.

Was den Genauigkeitsgrad anlangt, so entzieht sich derselbe jeglicher Beurtheilung, so lange die Zulässigkeit des Verfahrens überhaupt zweifelhaft ist.

Man kann einen einzigen arithmetischen Mittelstamm fällen und kann als entgegengesetztes Extrem alle Stämme von mittlerer Kreisfläche als Probestämme kubiren; hiernach wird sich zunächst nur der Inhalt der betreffenden Stammclasse mit wechselnder Genauigkeit ergeben.

Besteht die von G. Heyer aufgestellte Bedingungsgleichung, so überträgt sich diese wechselnde Genauigkeit der Classe sofort auf den Bestand, d. h. es würden dann alle bezüglich der Genauigkeit früher angedeuteten Gesichtspunkte maßgebend werden; man würde z. B. die feste Holzmasse (jedoch nicht die Sortimente, bez. Holzwerthe) absolut richtig haben, wenn man die ganze Classe der arithmetischen Mittelstämme als Probestämme nimmt.

Aber die Untersuchung eines Bestandes auf das Erfülltsein der Heyer'schen Bedingungsgleichung ist wieder an die Auswahl hierzu geeigneter Stämme geknüpft, letztere aber in demselben Maße unsicher wie die Auswahl jeglicher Art von Probestämmen.

Zugleich kommt es auf die Beschaffenheit des aufzunehmenden Bestandes insofern an, als die Gesammtstammzahl sowohl, als die Zahl der Stämme mit mittlerer Kreisfläche 2c. von Einfluß sind, ohne daß sich die Wirkung dieser Momente sicher bemessen läßt. Man kann annehmen, daß das Verfahren um so eher richtig ist, je stärker verhältnißmäßig die Mittelstämme vertreten sind; denn es wäre absolut richtig, wenn der Bestand nur solche enthielte.

Digitized by Google

Wer mit wenig Probestämmen einen Anhalt für die Holzmasse eines Bestandes gewinnen will, mag einen oder mehrere mittlere Modellstämme benutzen; er darf aber nicht vergessen, daß er sich damit von Zufälligkeiten abhängig macht, die sich zum Theil einer begründeten Beurtheilung ganz entziehen. Die Classe der arithmetisch mittleren Modellstämme enthält vielleicht keinen einzigen Stamm von mittlerer Richthöhe. Sollen aber erst weitläufige Untersuchungen über die Zulässigkeit eines Verfahrens angestellt werden, so greift man doch besser gleich zu einem anderen, das jederzeit richtig ist.

Die Hauptarbeit, das Kluppiren und Kreisflächenberechnen, ist ja doch bereits geschehen.

Am wenigsten kann der Vorschlag gebilligt werden, wonach man mindestens ebenso viele arithmetisch mittlere Modellstämme wählen solle, als man anderenfalls Classenmodellstämme gewählt haben würde. Denn wenn man nicht einmal an Probestämmen sparen will, fällt für die Praxis auch der letzte Grund weg, mit arithmetischen Mittelstämmen zu operiren.

Wer überdies glauben wollte, es seien 20 arithmetische Mittelstämme im Bestande leichter auszuwählen, als etwa 20 nach dem Draudt'schen Verfahren bestimmte Probestämme, dürfte sich im Irrthum befinden.

Und für die Genauigkeit wird also nur bedingungsweise durch Mehrung der Probestammzahl etwas gewonnen.

5. Sonstige Verfahren.

Hier würde nur noch zu untersuchen sein, wie sich die Holzgehaltsbestimmung unter Anwendung von Massentafeln zur Frage der Genauigkeit verhält.

Da jedoch die Massentafeln zur Erörterung einiger Gesichtspunkte Anlaß geben, welche sich bei den Ertragstafeln wiederfinden, so sollen beide im folgenden Abschnitte vereinigt werden.

Digitized by Google

II. Massentafeln und Ertragstafeln insbesondere.

1. Massentafeln.

Wenn man sich einmal für die Anwendung einer Massentafel entschieden hat, kann von größerer oder geringerer Genauigkeit der Holzmassenaufnahme nur noch von drei Gesichtspunkten aus die Rede sein. Es fragt sich:

a. Ist die Tafel überhaupt zuverlässig und principiell richtig construirt?

b. auf wie viel Stämme wird der Tafelansatz übertragen?

c. ist die mittlere Höhe derjenigen Stämme, welche mit Hilfe des Tafelansatzes kubirt werden sollen, richtig bestimmt?

ad a. Man bedarf besonderer Massentafeln für jede Holzart und innerhalb derselben für jedes Holzalter.

Dann enthält die Tafel für jede Stammstärke (in Brusthöhe) und jede Scheitelhöhe den Derbgehalt des Baumes, ev. zerlegt in Sortimente (conf. S. 4 und 6).

Die Ansätze der Tafel sollten als Factor das Mittel aus sämmtlichen Formzahlen enthalten, welche bei Stämmen gleicher Stärke und Höhe und gleichen Alters vorkommen.

Da man die einzelnen Formzahlen nicht alle erheben kann, so haben die Angaben der Massentafel natürlich nur den Character von Näherungswerthen und werden als solche dem wahren Mittel um so näher kommen, aus je mehr factischen Erhebungen sie abgeleitet sind.

Nun thut sich sofort wieder die Frage auf: Aus wie vielen solcher Erhebungen läßt sich ein genügend guter Mittelwerth berechnen?

Die Antwort muß dieselbe sein, wie sie allgemein hinsichtlich der Anzahl der Probestämme gegeben werden mußte, d. h. dahin lauten, daß sich diese Zahl nicht ein für alle Mal festsetzen läßt, sondern daß — je nach der Art der innerhalb einer Gruppe von gleicher Stärke und Höhe und gleichem Alter vorkommenden Formzahldifferenzen und nach der Gesammtzahl von Stämmen, welche der betreffenden Combination von Stärke, Höhe und Alter entsprechen, — bald mehr, bald weniger Stämme für den bezeichneten Zweck untersucht werden müssen.

Jedenfalls soll man nicht willkürlich verfahren und insbesondere innerhalb einer und der nämlichen Tafel mit der Zahl der Positionen,

Digitized by Google

aus denen man die einzelnen Mittelwerthe herleitet, nur auf Grund sorgfältiger Erwägung wechseln. Denn ohne daß man nur Elemente zu einer Tafel vereinigt, welche hinsichtlich des Genauigkeitsgrades gleichwerthig sind, muß die Tafel für principiell unrichtig erklärt werden, selbst wenn ihre Werthe im Einzelnen nicht zu beanstanden wären.

In allen bis jetzt entworfenen Massentafeln sind die Altersabstufungen zu groß, bei den bayrischen z. B. von 30 zu 30 Jahren; das sind Zeiträume innerhalb deren sich die Formzahl zweier Bäume von gleicher Stärke und Höhe sehr abweichend gestalten kann. Die Inhalte 61- und 89jähriger Kiefern werden z. B. der nämlichen Tafel entnommen.

Wenn einzelne in dieser Richtung ausgeführte Untersuchungen so geringe Abweichungen ergeben, daß man sich füglich mit jenen weiten Altersgrenzen für die Zwecke der Praxis begnügen könnte, so scheint es immerhin gewagt, nun in allen Fällen ein solch' günstiges Resultat zu erwarten.

Man kann selbstverständlich die Altersausscheidung nicht weiter treiben, als bis zu derjenigen Grenze, bis zu welcher sich überhaupt Altersbestimmungen mit voller Zuverlässigkeit durchführen lassen. Es wird nicht nöthig, ja mit Rücksicht auf die leichte Anwendbarkeit der Tafeln nicht einmal zulässig sein, so weit zu gehen.

Gesetzt aber, wir besäßen — um einen extremen Fall zu fingiren — eine Tafel, die für ein ganz bestimmtes Altersjahr (z. B. für 70jährige Kiefern) berechnet wäre, so ist Folgendes zu beachten:

In der betreffenden Tafel kommen die Inhalte sämmtlicher 70jährigen Kiefern von allen möglichen Combinationen aus beiden (Stärke und Höhe) vor, die irgend im Walde gefunden werden.

Unter diesen Combinationen sind solche, die häufiger, und solche, die weniger häufig auftreten. Diejenigen, welche sich im Walde oft vorfinden, bezeichnen im Allgemeinen einen normalen Baumwuchs im Gegensatz zu denen, die nur selten angetroffen werden.

Auf jeder Bonität gibt es im geschlossenen, regelmäßig durchforsteten Hochwaldbestande für jede bestimmte Stärke des Baumes eine normale Höhe oder vielmehr eine Anzahl verschiedener, als normal zu bezeichnender Höhenwerthe, die nur wenig von einander abweichen, bez. sich innerhalb derjenigen engen Grenzen bewegen, welche bei Holzmassenaufnahmen für Beantwortung der Frage, ob Ausscheidung von Höhenclassen einzutreten habe, maßgebend werden.

Digitized by Google

Die Höhe muß Function der Stärke sein; anderenfalls muß die Bildung von Höhenclassen erfolgen. Höhe und Bonität sind im Allgemeinen einander parallel laufend.

Man hätte hiernach also für jede Stammstärke so viele Gruppen normaler Höhen, als man Bonitäten unterschieden hat, wobei natürlich nur diejenigen Bonitäten concurriren, auf welchen in dem betreffenden Alter diese Stammstärke so häufig vorkommt, daß sie als normale Bildung angesehen werden darf.

Da jedoch alle unsere Bonitätsaussonderungen — und ganz besonders im vorliegenden Falle, wo z. B. sämmtliche irgendwo vorhandenen 70jährigen Kiefern, bez. Kiefernbestände in Frage sind, — mehr oder minder künstlich sind, sofern sich alle erdenklichen Uebergangsformen sicherlich irgendwo vorfinden, so fließen auch die Grenzen jener Gruppen von normalen Höhenwerthen in einander über.

Es wird auf jeder Bonität eine Höhe geben, die am häufigsten angetroffen wird (NB. für die nämliche Stärke); die dieser in der Tafel nächstliegende Höhe ist die häufigste bei den gleichstarken Stämmen eine Nachbarbonität u. s. w., so daß jede Höhe einem Maximum von Stammindividuen irgend einer bestimmten Oertlichkeit zugehört.

Die Häufigkeit, in welcher die verschiedenen mit einer Stammstärke combinirten Höhen in unsern Wäldern vorkommen, ist hauptsächlich bedingt durch die Flächengrößen der einzelnen Bonitäten, für welche die betreffenden Höhen in die Gruppe jener normalen Höhenwerthe fallen, also einer (mindestens relativ) bedeutenden Stammzahl angehören. Man hätte somit in der Summe aller dieser Flächen einen relativen Maßstab für die den Combinationen zugehörenden Stammzahlen.

Denn wenn für die nämliche Stärke Stämme einer bestimmten Höhe auch auf anderen Bonitäten als derjenigen, für welche diese Höhe eine Normalhöhe ist, gefunden werden, — entweder als begünstigte Stämme auf einer geringeren, oder als vernachlässigte auf einer besseren Bonität, — so ist dies meist nur in so beschränkter Weise der Fall, daß die Zahl dieser (für die betr. Bonität abnorm hohen) Stämme nicht sehr in's Gewicht fällt den großen Zahlen gegenüber, welche ein normales Verhalten darstellen.

Die Anzahl normal hoher Stämme auf der Flächeneinheit der nämlichen Bonität würde überall als annähernd gleich vorausgesetzt

Digitized by Google

werden dürfen, soweit gleichartige Wirthschaft angenommen werden kann und überhaupt normale Bestände vorliegen.

Gesetzt, es wären nur solche vorhanden, so hätte man jetzt für jede Stärke eine den zugehörenden Höhen correspondirende Stammzahlreihe, wobei es, wie schon angedeutet, nicht sowohl auf die absoluten Zahlen, als auf die relativen Werthe ankommt.

Nun müßte, wenn eine Massentafel grundsätzlich richtig construirt werden sollte, der den einzelnen Höhen einer bestimmten Stärkeclasse entsprechende Mittelwerth des Bauminhaltes abgeleitet werden je aus einer solchen Anzahl von Probestämmen, daß eine, unseren früheren Entwickelungen entsprechende Abhängigkeit derselben von der Gesammtstammzahl bestünde.

Diese Abhängigkeit wäre wieder ausgedrückt durch einfache Proportionalität, bez. den gleichen Procentsatz für alle innerhalb einer Stärkeclasse vorkommenden Höhenclassen, für welche gleich schwere Auswahl richtiger Untersuchungsstämme (Probestämme) unterstellt werden darf; mit steigender Schwierigkeit dieser Auswahl würde man den Procentsatz erhöhen müssen u. s. w.

Die zu einer Stärke gehörende Stammzahlreihe wird ein ähnliches Aussehen haben wie die beiden anderen Stammzahlreihen, denen wir schon mehrfach begegnet sind: d. s. die Stammzahlen des ganzen Bestandes geordnet nach Durchmessern und die Stammzahlen einer Stärke- und Höhenclasse geordnet nach Formzahlen. Von einem oder mehreren Maximalbeträgen (hier den mittleren Höhenwerthen entsprechend, welche in einer Stärkeclasse vorkommen) nehmen die betr. Stammzahlen nach beiden Seiten hin ab, bis zu gewissen Maximal- und resp. Minimalhöhen, die sich nur vereinzelt nachweisen lassen. Verschiedenen Bonitäten entsprechend werden sich in der betr. Reihe einige hervorragende Mittelglieder vorfinden, jedoch immerhin nur wenige, weil nicht viele Bonitäten die nämliche Stammstärke in der nämlichen Zeit als normale, d. h. besonders häufig vorkommende erzeugen.

Massentafeln, die nach vorstehenden Andeutungen im Sinne gleichmäßiger Genauigkeit construirt wären, besitzen wir nicht und werden solche auch kaum jemals aufstellen können. Denn dazu fehlen uns nicht nur bis jetzt die meisten der nöthigen Grundlagen, sondern dieselben sind auch gar nicht alle zu beschaffen. Der abnorme Zustand vieler, ja der meisten Waldungen ist ein schwer besiegbares Hinderniß schon für das erste Requisit, die relativen Stammzahlen der einzelnen

Digitized by Google

Combinationen aus Stärke und Höhe. Dann fehlen uns sichere Kriterien, nach denen die Schwierigkeit richtige Untersuchungsstämme auszuwählen bemessen werden könnte, — kurz, es ist mindestens fraglich, ob es je gelingen wird, jene „idealen" Massentafeln zu erhalten. Aber es wird nicht schädlich sein, wenn man dieselben als zu erstrebendes Ziel vor Augen hat und eine Annäherung daran versucht.

Gewissermaßen als negatives Ergebniß unserer Untersuchung ist festzuhalten, daß jedenfalls eine gleichmäßige Genauigkeit aller Tafelansätze dann nicht vorhanden ist, wenn man dieselben alle aus der gleichen Anzahl von Positionen gewinnt, also z. B. für jede Combination einer Stärke und Höhe im betr. Alter 10 Stämme kubiren wollte.

Es ist zunächst zu erwägen, ob überhaupt die Brauchbarkeit einer Massentafel davon abhängt, daß bei deren Entwurf ein gleichmäßiger Genauigkeitsgrad in obigem Sinne angestrebt worden ist, oder ob man nicht vielmehr mit Befolgung der einfachen Regel ausreicht, für jede Combination so viele Stämme zu untersuchen, als nöthig sind, um den Einfluß etwa neu hinzutretender Probestämme als verschwindend klein erscheinen zu lassen. Hat man für jeden einzelnen Ansatz diese Grenze erreicht, so würde derselbe als richtig angesehen werden können; darüber hinaus wird man kaum gehen wollen, zumal alle „richtigen" Ansätze gleich genau sind.

Das führt zu dem zweiten Punkt der oben gestellten Frage ad b: auf wie viele Stämme wird die Tafel angewendet?

Die Massentafeln lassen um so bessere Resultate erwarten, auf je größere Stammzahlen ihre Angaben übertragen werden.

Hieran läßt sich nicht zweifeln, weil im Allgemeinen nur zwischen einer größeren Anzahl von Stämmen sich ein Formenausgleich in dem Maße vollzieht, daß der resultirende Mittelwerth dem Tafelansatze, welcher ja ebenfalls ein Mittelwerth aus einer größeren Anzahl von Stämmen sein muß, gleichgesetzt werden darf. Nur wenn die Gleichheit dieser beiden Mittelwerthe wirklich besteht, gibt die Kubirung mittelst der Massentafel ein richtiges Resultat.

Soll ein ganzer Bestand mit allen seinen Stärkeclassen mit Hilfe der Massentafeln berechnet werden, so liefert zunächst wieder dessen Kluppirung die Vertheilung der Stämme unter die einzelnen Durchmesserabstufungen. Und wenn wir oben darauf geführt worden

Digitized by Google

sind, daß der nämliche Genauigkeitsgrad bei der Holzgehaltsermittelung nur dann zu erreichen ist, wenn man in jeder Stärkeclasse die Anzahl der Probestämme nach dem nämlichen Procentsatz bestimmt, so folgt unabweisbar, daß dieser Bedingung durch eine Massentafel nur dann genügt wird, wenn deren Positionen die Mittel aus Gruppen von Untersuchungsstämmen sind, welche eine der Stammreihe des aufzunehmenden Bestandes proportionale Reihe gebildet haben.

Man kann eine vorhandene Massentafel daraufhin prüfen, sobald sie Angaben darüber enthält, wie viele Stämme je für die Gewinnung der einzelnen Ansätze benutzt worden sind. Die betreffenden Nachweise finden sich z. B. in den vom bayrischen Ministerial-Forstbüreau herausgegebenen Massentafeln, bez. den Erläuterungen dazu.

Uebrigens müßte man, um jener theoretischen Forderung *vollständig* genügen zu können, so viele Massentafeln für dieselbe Holzart und dasselbe Holzalter besitzen, als sich Stammreihen gleicher Stärken bilden lassen, die nicht durch Multiplication mit einem constanten Factor auseinander abgeleitet werden können, — auf solche Detaillirung kann sich natürlich Niemand einlassen.

Man wird sich vielmehr stets auf *eine* Tafel für die nämliche Holzart und gleiches Alter beschränken.

Die Abweichungen der Formzahl (und damit des Inhaltes) sind, wenn wirklich Stärke, Höhe *und* Alter genau gleich sind, meist erstaunlich gering, sobald es sich um den Mittelwerth einiger oder gar vieler Stämme handelt.

Hiernach gestaltet sich die Sache meist viel einfacher, als es sonst den Anschein haben könnte.

Es wird im Wesentlichen für Gleichheit der Holzart und des Alters einige wenige characteristische Bestandesbilder geben, die immer wiederkehren und in der Hauptsache bedingt sind durch die Bonität. Bei Anwendung der nämlichen Wirthschaftsgrundsätze werden zwei normale Kiefernbestände gleichen Alters auf der nämlichen Bonität das nämliche Aussehen haben. Sie werden annähernd proportionale Stammreihen haben, wenn man nach Durchmessern, und wenn man weiter innerhalb der Durchmesserclassen nach Höhen ordnet.

Für zwei solche Bestände werden auch die nahezu den nämlichen Combinationen von Höhe und Stärke entsprechenden Ansätze der Massentafel Verwendung finden.

Man wird also, indem man diese Uebereinstimmung normaler Bestände auf gleicher Bonität festhält, bei Aufstellung der Massen-

Digitized by Google

tafeln wenigstens im Großen und Ganzen mit Rücksicht auf die Erzielung eines gleichmäßigen Genauigkeitsgrades bei deren demnächstiger Anwendung verfahren können. Denn durch Untersuchung *eines* solchen normalen Bestandes einer Bonität kennt man annähernd die Vertheilung der einzelnen Höhen auf die verschiedenen Stärkeclassen, bez. die den einzelnen Combinationen aus Stärke und Höhe zukommenden Stammzahlen.

Je mehr Stämme einer gewissen Combination man untersucht, um so richtiger wird der Mittelwerth.

Man könnte etwa für die mit den absolut meisten Stämmen bedachte Combination einen Maximalsatz von Probestämmen normiren — so hoch, wie möglich, jedoch in vernünftiger Weise, also mit Rücksicht auf den mehrerwähnten Umstand, daß über eine gewisse Grenze hinaus der Einfluß neu hinzutretender Stämme auf die Mittelsberechnung vernachlässigt werden darf, wenn derselbe auch niemals ganz verschwindet. Nach diesem erstbestimmten Probestammsatze könnte man proportional der Stammzahl aller übrigen Combinationen die Probestämme für letztere festsetzen. Keinenfalls dürfte bei diesem Verfahren für einzelne Combinationen eine so geringe Probestammzahl entspringen, daß man deren Mittel nicht mehr als allgemein anwendbar betrachten könnte; ev. müßte man hierin einen Grund finden, den Procentsatz des Probeholzes im Ganzen oder theilweise zu erhöhen. Die hinsichtlich der Genauigkeit erzielte Gleichmäßigkeit würde sich mehr oder minder vollständig auf jeden einzelnen Bestand übertragen, auf welchen man die so construirte Tafel anwendet.

Thatsächlich finden sich die verschiedenen Combinationen, für welche die Stamminhalte der Tafel entnommen werden sollen, in einem Bestande durch sehr verschiedene Stammzahlen vertreten. Mithin würde von vornherein die Holzgehaltsbestimmung an ungleichmäßiger Genauigkeit leiden, weil eine Uebertragung der Tafelansätze auf *verschiedene* Stammzahlen stattfindet, und doch, wie wir oben ausgesprochen haben, die Genauigkeit um so größer wird, auf je mehr Stämme der Ansatz der Tafel übertragen wird!

Dieser Schluß ist immer falsch, aber auch nur dann, wenn jene Tafelansätze mit Rücksicht auf die Stammzahlen gewonnen worden sind, welche sie zu vertreten haben.

Um den einzelnen Fall kann es sich hier natürlich nicht handeln, sondern nur um die Darlegung eines allgemeinen Verhaltens.

Digitized by Google

Ueberhaupt führen uns solche rein theoretische Betrachtungen zu Forderungen hin, die, wenn wirklich realisirbar, kaum ein practisches Interesse beanspruchen könnten.

Was nützt z. B. eine durchaus gleichmäßige Genauigkeit dann noch, wenn so viele Stämme untersucht worden sind, daß Aenderungen am Genauigkeitsgrad, selbst wenn sie durch beträchtliche Vermehrung der Untersuchungsstämme unternommen würden, kaum mehr meßbar sind? Würden für eine Combination im Verhältniß zu anderen Combinationen 1000 Probestämme gefordert und man hat deren bereits 950 Stück speciell aufgenommen, so werden 50 weitere Erhebungen kaum eine sehr fühlbare Aenderung des Mittels hervorbringen, man könnte also auf diese 50 Stämme füglich verzichten, zumal wenn ihre Herbeischaffung Schwierigkeiten bereiten würde. Oder soll man andererseits der gleichförmigen Genauigkeit zu Liebe Untersuchungsstämme zurückweisen, die sich für solche Combinationen von Stärke und Höhe darbieten, deren Quote an Probestämmen bereits erfüllt ist?

Wenn es z. B. 100000 70jährige Kiefern von 25 Centimeter Brusthöhendurchmesser und 20 Meter Scheitelhöhe gäbe und 50000 desgleichen von 18 Meter Höhe, so müßte nach Obigem der Tafelansatz für die ersteren aus der doppelten Anzahl von Untersuchungen hergeleitet werden, wie für die zweite Gruppe, also z. B. aus 100 Stämmen für jene, aus 50 für die letztern. Fänden sich durch Zufall noch 10 weitere Stämme der Gruppe vor, so würde in Folge Zuziehung derselben zur Mittelsberechnung diese Gruppe unzweifelhaft mit einem anderen Genauigkeitsgrade ausgestattet werden als die erste. Aber ebenso zweifellos würde die Richtigkeit des für die zweite Gruppe gefundenen mittleren Bauminhaltes dadurch erhöht; um welchen Betrag, ist gleichgiltig.

In einen solche Widerstreit wird man nicht selten gerathen.

Erwägt man, daß die Tafeln nicht nur benutzt werden, um ganze Bestände, sondern oft blos um einzelne Stammclassen derselben zu kubiren, so könnte sich eine solche einzelne Classe, die außer jedem Zusammenhang mit anderen steht, offenbar verkürzt fühlen, wenn man ihr eine größere Probestammzahl, die vielleicht mit leichter Mühe beschafft werden könnte, nur aus Interesse an der Gleichförmigkeit des Ganzen verweigern wollte.

Und obwohl wir nicht allgemein aussprechen wollen, daß jede Verbesserung, die durch eine Vermehrung der Probestammzahl im Einzelnen herbeigeführt wird, unbedingt auch dem Ganzen zu Gute

Digitized by Google

kommen müsse, — (ein an sich sehr schönes Ornament an unrechter Stelle schadet unfehlbar einem sonst einheitlichen Baue) — so wird sich doch die Theorie bequemen müssen, einstweilen von der strengen Forderung gleichmäßiger Genauigkeit abzusehen und an ihre Stelle den praktischen Grundsatz zu setzen, wonach man allgemein

> so viele Stämme untersucht, als nöthig sind, damit alle Formverschiedenheiten einer Combination gehörig zum Ausdruck kommen und ein genügend richtiger Mittelwerth erhalten wird. Letzterer ist immer dann als vorhanden anzusehen, wenn durch neue Probestämme nur noch solche Verschiebungen der Werthe veranlaßt werden, die sich durch die gewählte Maßeinheit nicht mehr ohne Weiteres ausdrücken.

Von diesem Gesichtspunkte aus kann man, wie gesagt, die Forderung gleichmäßiger Genauigkeit für die Massentafeln fallen lassen; ihre Ansätze sind dann, wenn man nach jenem Grundsatze verfahren hat, zuverlässig genug.

Keinenfalls ist aber eine Massentafel zum allgemeinen Gebrauch zuzulassen, wenn die Anzahl der Stämme, aus welchen ihre Werthe abgeleitet sind, zu gering war.

Man kann eher die Zahl der in eine Tafel aufgenommenen Angaben beschränken, indem man für jedes Alter nur die bei prädominirenden Stämmen vorkommenden Stärken und für jede solche Stärke wiederum nur die von der geringsten bis zur besten Bonität vorkommenden normalen Höhen aufnimmt, dann aber für jede einzelne Combination eine größere Anzahl von Stämmen untersucht, — als daß man alle irgend denkbaren, vielleicht nur sehr selten anzutreffenden Fälle berücksichtigt, für welche man sich wegen Mangels an Material mit ganz wenigen Erhebungen begnügen muß. Die für die Brauchbarkeit entscheidenden Elemente sind doch in der Hauptsache immer die mittleren (normalen) Dimensionen.

Die Zahl der nöthigen Untersuchungen kann nicht allgemein angegeben werden, sie wird von Fall zu Fall schwankend sein; die untere Grenze ist erreicht, sobald bei fortgesetzter Kubirung neuer Probestämme die mehrfach beregte Stabilität des Mittelwerthes unzweifelhaft eingetreten ist.

Bei den bayrischen und Stahl'schen Massentafeln ist für viele Combinationen die Anzahl der untersuchten Stämme eine viel zu

Digitized by Google

kleine, indem man bei ihnen offenbar an jener Grenze noch nicht angekommen ist. Sind doch nicht wenige Ansätze das Resultat einer einzigen Erhebung!

Ihre Angaben dürfen deshalb, obwohl für viele, häufiger vorkommende Baumgestalten zuverlässig, doch nicht ohne jede Kritik für alle Fälle acceptirt werden.

Die relativ guten Resultate, welche sich bei ihrer Prüfung fast allwärts ergeben haben, sind zwar starke Beweise dafür, daß die Schwankungen der Formzahl bei gleichem Alter, gleicher Höhe und gleicher Stärke meist sehr gering sind und schon durch nicht sehr große Stammzahlen eliminirt werden, — aber wenn die Massentafeln nicht blos den gewöhnlichen Zwecken der Praxis (Holzmassenaufnahme für Ertragsregelungen 2c.), sondern auch für genauere statische Untersuchungen genügen sollen, so wird man in der Sicherstellung der einzelnen Ansätze doch entschieden etwas weiter gehen müssen, als bisher geschehen.

In Bezug auf die Anwendung ließe sich als Regel etwa aufstellen, daß die Zahl derjenigen Stämme einer bestimmten Kategorie, deren Inhalt durch die Massentafel ermittelt werden soll, mindestens so groß sein muß, als die Zahl der Probestämme war, aus welcher je der betreffende Tafelansatz als Mittel hergeleitet ist. Der Grund liegt auf flacher Hand; vorausgesetzt ist natürlich, daß der Tafelansatz, unserer obigen Forderung entsprechend, richtig steht.

ad c. Es ist darauf zu achten, daß die mittlere Höhe der zu kubirenden Stämme richtig bestimmt ist.

Obgleich streng genommen, — nachdem entweder von vornherein die Höhen als Functionen der Stärken bezeichnet werden konnten oder Höhenclassen ausgeschieden worden sind, — in einer Durchmesserclasse nur noch gleich hohe Stämme vorkommen sollten, so scheitert diese Forderung doch an der Vielgestaltigkeit der bestandbildenden Bäume. Es genügt, wenn sich die Mehrzahl der Höhen in einer Stärkeclasse innerhalb nicht zu weiter Grenzen bewegt; einzelne Extreme bedingen nicht die Bildung einer besonderen Höhenclasse.

Will man also den Holzgehalt des Mittelstammes einer Stärkeclasse nach der Massentafel richtig bestimmen, so muß die mittlere Höhe der Classe bekannt sein. Dieselbe wird aus einer Anzahl directer Messungen abgeleitet. Die betreffenden Bäume sind so zu wählen, daß sie den wahren Mittelwerth aller Stämme ergeben.

Digitized by Google

Was also im Allgemeinen über Auswahl von Probestämmen gesagt worden ist, gilt mit allen Consequenzen auch hier: ein Stamm kann allgemein nicht genügen, sondern man muß die Höhe einer entsprechend größeren Anzahl messen, bis das Mittel nur noch innerhalb derjenigen Grenzen schwankt, die — rücksichtlich des Einflusses der Höhe auf den Bauminhalt — der gewählten Durchmesserabstufung entsprechen. Uebereinstimmend mit diesen Grenzen sollten die Intervalle der angewendeten Massentafel sein.

2. Ertragstafeln.

Ob eine Ertragstafel richtig aufgestellt ist, hängt hauptsächlich davon ab, daß in ihr nicht die Massen von Beständen vereinigt sind, welche verschiedener Bonität angehören, und daß die einzelnen Glieder der Tafel (Massen für die einzelnen Altersjahre, bez. -perioden), jedes für sich, richtig bestimmt sind.

Mit der ersten Frage haben wir uns nicht zu befassen, sondern nur, insoweit Holzmassenaufnahmen für die Aufstellung einer Ertragstafel nöthig werden, steht letztere mit unseren Untersuchungen über die Anzahl der Probestämme in Beziehung.

Es wird genügen, wenn wir von allen für die Aufstellung einer Ertragstafel empfohlenen Methoden diejenige berücksichtigen, die in der Praxis wohl am meisten angewendet wird, zumal dann, wenn es gilt, rasch ein Resultat zu erhalten, d. i. das Verfahren, wonach möglichst viele auf gleicher Bonität und unter gleichen Verhältnissen erwachsene, verschieden alte, normale Bestände einer Holzart ausgesucht, deren Holzmassen ermittelt und die fehlenden Zwischenglieder irgendwie interpolirt werden.

Der günstigste Fall würde der sein, daß man alle Altersstufen in brauchbarer Gestalt auf dem Locale wirklich vorfände, so daß jede Interpolation überflüssig würde. Wir dürfen diesen Fall, obwohl er nirgends vorkommt, für unsere Betrachtung unterstellen, denn das Hereinziehen thatsächlicher Unvollkommenheiten könnte höchstens dazu dienen, die Klarheit und Uebersichtlichkeit zu verwischen.

Nachdem die Bestände im Walde ausgewählt sind, welche als Repräsentanten der nämlichen Bonität Glieder einer Ertragstafel werden sollen, ist deren Holzgehalt zu erheben; und zwar muß, wenn gleichmäßiger Genauigkeitsgrad durch die ganze Tafel hin garantirt sein soll, diese Holzgehaltsermittelung nicht blos im Allgemeinen nach der nämlichen Methode geschehen, sondern auch in Bezug auf alle

Digitized by Google

Einzelheiten der Aufnahme muß vollkommene Uebereinstimmung herrschen. Letztere ist verhältnißmäßig leicht zu erzielen.

Wenn, wie angenommen werden muß, bezüglich der Auswahl der zu vereinigenden Bestände alle Voraussetzungen, von denen die Richtigkeit der Tafel abhängt, vollkommen erfüllt sind, so sind nur noch normale Bestände der nämlichen Bonität in Frage, die in sich möglichst gleichalterig sind. Die Normalität bedingt verhältnißmäßig guten Schluß und Wuchs, bez. regelrechte Ausbildung der einzelnen Stämme nach Stärke, Höhe und Form, — Alles der betreffenden Bonität entsprechend.

Will man zur Holzmassenaufnahme Massentafeln verwenden, so erledigt sich die Frage nach gleichmäßiger Genauigkeit in der im vorigen Abschnitt erörterten Weise.

Sollen Probestämme gefällt werden, so muß den durch das Draudt'sche Verfahren geforderten Bedingungen genügt werden. Man muß durch alle betheiligten Bestände hin den nämlichen Procentsatz einhalten, allenfalls mit den als zulässig erkannten Modificationen, wenn größere oder geringere Stammzahl (bez. niedrigeres oder höheres Bestandesalter) ungleiche Schwierigkeit der Probestamm-Auswahl bedingt.

Geschieht die Aufnahme aller ausgesuchten Bestände mit gleicher Sorgfalt in der angegebenen Weise, so ist die gewonnene Ertragstafel hinsichtlich des Genauigkeitsgrades der einzelnen Glieder nicht zu beanstanden.

Anderenfalls ist sie in diesem Sinne falsch; der fragliche Mangel überträgt sich auf alle Anwendungen, die man von ihr macht.

Es muß jedoch auch hier zugegeben werden, daß die Forderung vollkommen gleichmäßiger Genauigkeit praktisch zunächst und zwar deshalb ohne große Bedeutung ist, weil etwaige Schwankungen in dieser Richtung schon sehr stark sein müßten, wenn sie nicht durch anderweite Unsicherheiten, insbesondere in der Beurtheilung der Bonitäten, weit überboten würden.

Doch kann in diesem Umstande wiederum keine Entschuldigung einer grundsätzlichen Fehlerhaftigkeit der Tafel gefunden werden.

Digitized by Google

III. Beziehungen zwischen der Zahl der Probestämme und dem durch die Holzmassenaufnahme bedingten Aufwande, Verhältniß des letzteren zum Effect.

Bei allen Erhebungen, die nicht ausschließlich im Interesse der Wissenschaft stattfinden, sondern ganz oder zum Theil einen practischen Zweck verfolgen, muß der dadurch verursachte Aufwand an Zeit und Arbeit im directen Effecte entsprechend gelohnt werden. Das Princip der Wirthschaftlichkeit muß, wie alle Operationen des forstlichen Betriebes, so auch alle das Gebiet der Holzmassenaufnahme, Ertragsregelung 2c. betreffenden Verhältnisse durchdringen und wird sich für unseren Fall ganz allgemein so ausdrücken lassen,

> daß man keine Kosten für eine größere Anzahl von Probestämmen verausgaben soll, wenn sich nicht durch deren Zuziehung mit Wahrscheinlichkeit ein, den Zweck der Aufnahme förderndes genaueres Resultat ergibt.

Es wird nicht erforderlich sein, alle Consequenzen dieses Satzes im Einzelnen nachzuweisen; dieselben ergeben sich meist von selbst, wenn man den Zweck einer Holzmassenermittelung mit der Beschaffenheit des aufzunehmenden Bestandes zusammenhält.

Nach dem Zweck der Holzmassenaufnahme wird man stets zuerst fragen müssen, um sich ein Urtheil über die nothwendigerweise zu erreichende Genauigkeit zu bilden.

Handelt es sich um subtile forststatische Untersuchungen, so muß man unter Umständen absolute Sicherheit fordern, während für die Zwecke der Ertragsregelung meist eine Genauigkeit genügt, die sich innerhalb gewisser, bald enger, bald weiter zu ziehender Grenzen bewegt.

Kommen Eigenthumsverhältnisse in Frage, wie bei Waldtheilungen, Verkäufen, Servitutenablösungen 2c., so treten mit der veränderten Aufgabe neue Momente in Kraft, welche für die Ausführung der Aufnahme von Einfluß werden.

Wer sich von vornherein mit einem Ergebniß zufrieden erklärt, welches ihm die Holzmasse auf 10 Procent der wirklichen Masse genau angibt, braucht selbstverständlich weniger Probestämme zur Erzielung eines befriedigenden Resultates, als derjenige, welcher 2, 3 oder 4 % Fehler als Maximalgrenze ansetzt.

Aber eine bestimmte Zahlenangabe läßt sich nicht machen wegen

Digitized by Google

der ungemein großen Menge von Combinationen wechselnder Factoren, die für das Ergebniß bedingend sind.

Immerhin lassen sich zur Beurtheilung des einzelnen Falles nicht allzuschwer gewisse Anhaltspunkte gewinnen, die zumeist aus analogen Fällen herzuleiten sein dürften.

Wer mehrmals den Holzgehalt eines gut geschlossenen Fichtenstangenholzes mit 2 % Probeholz bis auf 5 % der wirklichen Masse genau ermittelt hat, wird unter gleichen Verhältnissen, d. h. wenn er einen ebensolchen Bestand unter der Forderung der nämlichen Genauigkeit aufnehmen soll, nicht 6 % Probeholz wählen. Denn die dadurch etwa zu erzielende größere Genauigkeit würde zu der ihm gestellten Aufgabe außer Beziehung stehen, also auch keinen genügenden Ersatz bieten für den Mehraufwand an Kosten, welchen die größere Probestammzahl verursacht.

Ist eine solche Steigerung der Kosten unerheblich, vielleicht gleich Null zu setzen, und steht einer Mehrfällung an Probeholz kein wirthschaftliches Hinderniß im Wege, dann soll man allerdings an Probestämmen nicht sparen. Wenn also z. B., wie in der Regel beim Draudt'schen Verfahren, die durch die Probestämme verursachten Kosten nur darin bestehen, daß der Taxator Zeit braucht, um die Stämme auszuwählen und, nachdem sie aufgearbeitet sind, deren Holzgehalt zu erheben; wenn also eine Aenderung der Probestammzahl lediglich eine Aenderung des für die Auswahl der Probestämme benöthigten Zeitaufwandes nach sich zieht, sofern die Fällung und Aufbereitung von den Holzhauern um den gewöhnlichen Lohn besorgt wird und das Holzergebniß den regelmäßigen Jahresfällungen zugeschlagen werden kann, dann würde es thöricht sein, auf eine, ohne verhältnißmäßige Kosten zu erzielende größere Genauigkeit nur deshalb zu verzichten, weil man derselben nicht durchaus bedarf. Solche Fälle treten nicht selten ein.

Namentlich steht in Beständen, die dem Abtrieb nahe sind, einer Mehrfällung an Probeholz meist kein wirthschaftliches Bedenken entgegen; ganz abgesehen von zufälligen Probeholzmassen, geliefert z. B. durch Wegaufhiebe und dergl., die man natürlich ganz benutzt, auch wenn der ursprünglich festgestellte Probeholzsatz dadurch ohne directen Nutzen für den Zweck der Arbeit alterirt wird.

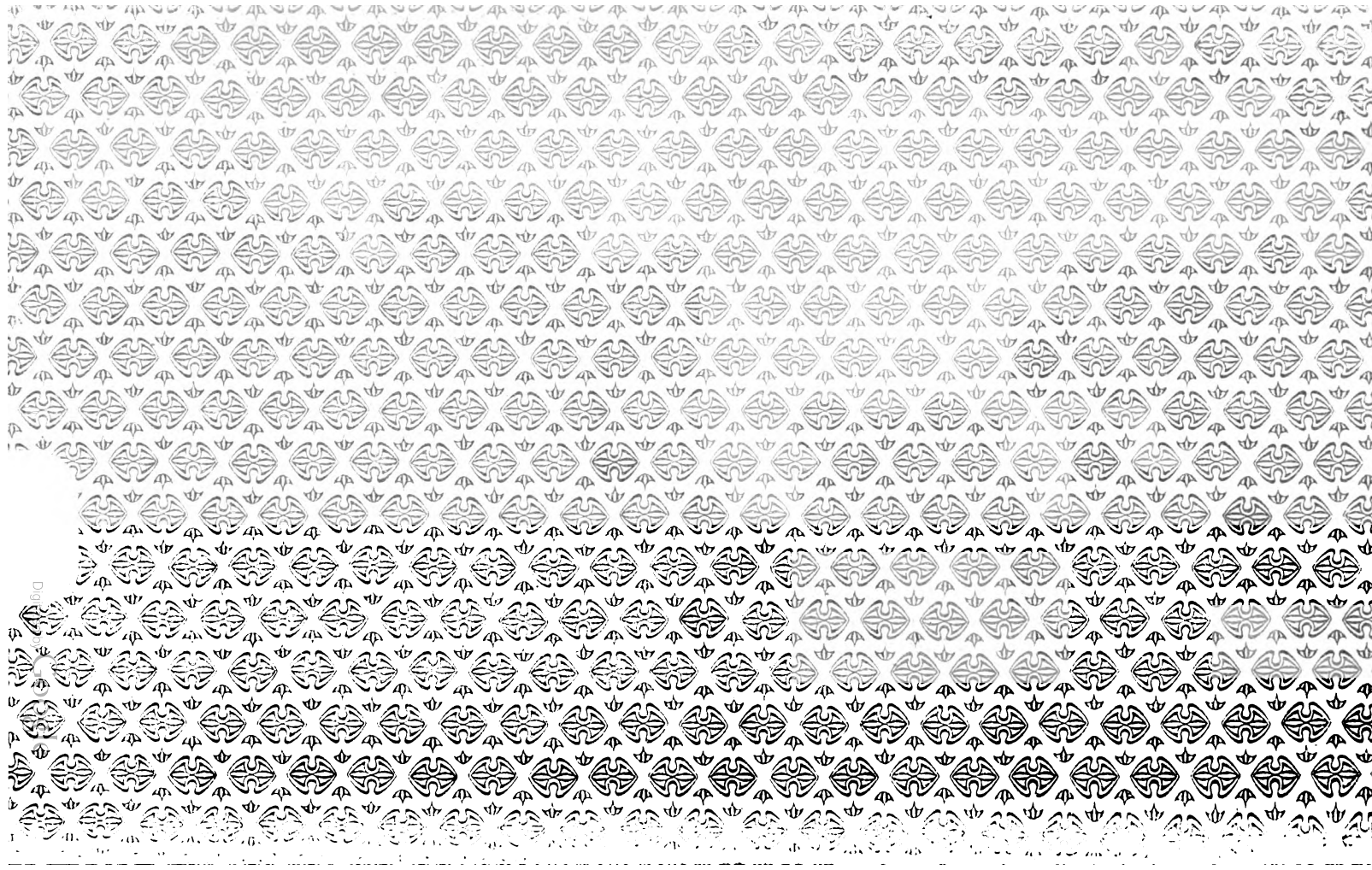
Immerhin sind solche Fälle als günstige Zufälle zu betrachten und bilden nicht die Regel.

Digitized by Google

Man muß dem Taxator überlassen nach Lage der Verhältnisse seine Entscheidung zu treffen. Er kennt die Zwecke, die durch seine Arbeit erreicht werden sollen; er kennt die Mittel, welche ihm seitens des Waldeigenthümers zur Verfügung gestellt sind, und muß von Fall zu Fall abwägen, wie sich die verschiedenartigen Ansprüche in befriedigender Weise vereinigen lassen.

Billige Arbeit (durch wenige Probestämme) auf Kosten der Zuverlässigkeit ist im Allgemeinen das Schlimmste, was eintreten kann. Aber andererseits ist auch ein mehr als befriedigendes Resultat nicht das zu erstrebende Ideal, sobald dasselbe nur durch einen Aufwand erreicht werden kann, der außer Verhältniß zu dem Zweck der ganzen Arbeit steht.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google